

أسس وتطبيقات
الرسم الهندسي

أسس وتطبيقات الرسم الهندسي ENGINEERING DRAWING

الأستاذ الدكتور
عبد الحميد زكريا شكر
الأستاذ الدكتور
السعيد رمضان العشري

قسم الهندسة الزراعية
كلية الزراعة – جامعة الإسكندرية





اسم الكتاب: أسس وتطبيقات الرسم الهندسي
المؤلفون: ا د عبد الحميد زكريا شكر
ا د / السعيد رمضان العشرى

الطبعة الثانية: ٢٠١٤

رقم الايداع: ٢٠١٣/ ٣٦٤٤

الترقيم الدولي: 978-977-393-139-0

الفهرسة: الرسم الهندسي/ شكر ، عبد الحميد ، السعيد العشرى
بستان المعرفة ٢٠١٤
٢٠٨ ص ٢٠ × ٢٩ سم
تدمك : ٠ - ١٣٩ - ٣٩٣ - ٩٧٧ - ٩٧٨
أ- العنوان-
ديونى : ٦٠٤.٢

الناشر

مكتبة بستان المعرفة

ج. م. ع - كفر الدوار - الحدائق - ش سور المصنع أمام
أبراج الحلوانى

☎ : ٠٤٥/٢٢١١٤٩٥ & الإسكندرية ٠١٢١١٥١٢٣٧

E-mail: bostan_elma3rafa@yahoo.com

الطباعة و التجهيزات الفنية:

دار العالمية لطباعة

جميع حقوق النشر محفوظة للناشر

ولا يجوز طبع أو نشر أو تصوير أو إنتاج هذا المصنف أو أى
جزء منه بآية صورة من الصور

بدون تصريح كتابى مسبق ومن يخالف ذلك يتعرض للمسائلة
القانونية المنصوص عليها فى القانون المصرى

مقدمة

الرسم الهندسى هو اللغة التخطيطية التى توضح وتعبّر عن الأفكار والبيانات الضرورية اللازمة لعمل وصنع وتنفيذ الأعمال الموكلة للمهندسين والمصممين والرسامين. وهى لغة التخاطب بين المصممين والمهندسين والفنيين ونقل الأفكار بغض النظر على اختلاف مستوياتهم العلمية واختلاف لغاتهم. ويجب على أى مهندس أو فنى دراسة الرسم الهندسى وفهمه. وتتميز لغة الرسم الهندسى بعدم الغموض حيث ان الشكل الواحد لا يتحمل أكثر من معنى واحد. ويعتبر الرسم الهندسى المرحلة الأولى فى إنشاء أية صناعة أو أى منتج.

وإيماناً منا بأهمية توفير كتاب عن الرسم الهندسى عملنا على إخراج هذا الكتاب ليكون عوناً لأعزائنا طلبة كليات الجامعات والمعاهد العليا والمشتغلين فى الأعمال الهندسية. وقد جاء الكتاب كحصىلة لتدريس مادة الرسم الهندسى فى الكليات والمعاهد الفنية لسنوات طويلة. ويتناول هذا الكتاب مقدمة فى أساسيات وقواعد الرسم الهندسى وطرق رسم المنحنيات والأشكال الهندسية وكتابة الأبعاد وقواعد الإسقاط العمودى وكذلك يتضمن قواعد رسم المجسمات الهندسية (المنظور الهندسى) كما يتضمن الكتاب شرحاً للقطاعات المعدنية ويشتمل الكتاب أيضاً على أمثلة محلولة وتمارين تطبيقية على كل باب. وقد روعى عند إعداد هذا الكتاب أن نبين الأسس والعمليات الهندسية المختلفة والمصطلحات المستخدمة التى يبنى عليها الرسم الهندسى ليكون عوناً للطلبة وللمتخصصين. كما روعى وفرة وتنوع الأمثلة التى تساعد على تفهم هذا العلم وكذلك وفرة التمارين حتى تتحقق الفائدة المرجوة من هذا الكتاب.

ونسأل الله تعالى أن نكون قد وفقنا فى إعداد هذا الكتاب وأن يكون إضافة للمكتبة العلمية العربية وعوناً للدارسين والمشتغلين بالأعمال الهندسية على أداء مهامهم.

والله ولى التوفيق

المؤلفان

تمهيد

مقدمة تاريخية عن الرسم الهندسى:

قبل وضع القواعد والأسس للرسم الهندسى واستخدامه فى الإنتاج الصناعى كان صاحب الشغلة أو الفكرة أو الماكينة المراد صنعها يتوجه إلى الورش الصغيرة ويتحدث مع العامل واصفاً له ما يتخيله تقريباً مع التمثيل باليد أو التخطيط على الأرض وكثيراً ما كان يستمر فى ملازمته للعامل حتى يتم إنجاز المطلوب ملاحظاً خطوات العمل ومدى إنتاجه للشغلة مع الصورة التى فى ذهنه. ومع تطور الزمن وجد الإنسان أن هذه الوسيلة وما لها من متاعب لا يمكن أن تستمر فى نظام الإنتاج فبدأ يفكر فى وسيلة عملية أخرى تغنى عنها فكانت الطريقة التخطيطية بالرسم على الورق. وقد تطورت وتحسنت وتقدمت بمرور الوقت وعرفت بالرسم الهندسى.

والرسم الهندسى للمعدات فى تاريخه القديم وعلى الصورة التى كان يختص بها فى ذلك الوقت، كان مرتبطاً ارتباطاً كاملاً بالمناجم وأعمال التعدين وأيضاً كان مرتبطاً بوقت الحرب حيث الحاجة إلى أدوات ومعدات القتال والدفاع. وفى عام ٢١٢ قبل الميلاد استخدم أرشميدس نوعاً من الرسومات فى شكل المنظور الهندسى القريب من التصوير. وفى عام ٣٠ قبل الميلاد ولدت فكرة الطريقة المستخدمة الآن وهى استخدام خطوط هندسية فى ترتيب ونظام خاص على شكل ما يسمى "المساقط" حيث بدأ فى استعمالها رجل روماني يدعى "فيتربوفيس" كان يشتغل فى أشغال المباني والميكانيكا. ولقد ظلت هذه الطريقة بفكرتها الوليدة محبوسة زمناً طويلاً جداً حتى بعد القرن السادس عشر. حيث اهتم المشتغلون بالصناعة بالبحث عن الوسيلة التى تمكنهم إنتاج الماكينات التى بدئ فى انتشارها لا فى المناجم فقط بل فى الصناعات التى تحولت من الإنتاج اليدوى إلى الإنتاج الآلى وكان الفضل فى انتشار طريقة تحضير الرسم الهندسى على هيئة مساقط يرجع إلى مهندساً المباني الإيطاليين برونيليشر والبرى. ومع تطور الصناعة بدأ الرسم الهندسى يأخذ مكانته فى الصناعة كعامل أساسى فى الإنتاج. وكان القرن الثامن عشر وعلى وجه التحديد عام ١٧٧٥م هو التاريخ الصحيح لبداية التاريخ الحديث للرسم الهندسى. وفى القرن التاسع عشر بدأ التطور يأخذ اتجاهاً قوياً وسريعاً، وفى هذا القرن وضع الفيلسوف الرياضى "جاسبارد" منهج النظام الكامل للرسم على طريقة الاسقاط والمساقط ذات التفاصيل المفيدة لسهولة قراءة الرسم وجعله صورة للأشغال عند تمام صنعها. وفى أواخر القرن التاسع عشر أصبحت عملية تحضير الرسومات مهنة يمارسها أشخاص مختصون ومتفرغون لها. ومن هنا بدأ تطور وظيفة الرسام وأصبح هناك اختصاص لكل

عمل يتصل بالرسم فهناك من يقوم بإعداد صور على الشفاف وهناك من يقوم برسم التفاصيل والرسومات التنفيذية وهناك مهندس التصميم الذى يقوم بإعداد رسم التصميم... الخ. وفى ظروف التطور الصناعى كان الرسم هو الساعد الأيمن لرجال الصناعة للنهوض بها وتطويرها وقيام التقدم الصناعى.

ومع تطور الكمبيوتر ظهرت برامج يطلق عليها برامج التصميم بمساعدة الحاسب (Computer – Aided Design) وتختصر CAD وبرامج التصنيع بمساعدة الحاسب (Computer – Assisted Manufacturing) وتختصر CAM وهذه البرامج تحتاج أجهزة خاصة مثل الراسم (Plotter) والقلم الضوئى والفارة. وتتيح هذه البرامج للمصمم رسم التصميم وتعديله وتكبير أى جزء مراد دراسته أو تعديله، وأيضاً تقوم هذه البرامج بحساب كفاءة التصميم وقدرته على تحمل الإجهادات المختلفة المتوقع أن يتعرض لها عند الاستعمال، وبرامج التصميم تعطى صورة ثلاثية الأبعاد للجزء المصمم ويمكن أن تجمع الأجزاء المنفصلة للحصول على المنتج النهائى ومعرفة إذا كان يوجد خطأ فى التصميم فى حالة عدم نجاح عملية التجميع. من البرامج المنتشرة فى هذا المجال برنامج أوتوكاد Auto CAD الذى يوفر إمكانيات هائلة لتنفيذ الرسومات الهندسية.

تعريف الرسم الهندسى : يمكن تعريف الرسم الهندسى أنه لغة تخطيطية وهندسية تستخدم فى التفاهم ونقل الأفكار الفنية والهندسية بين رجال التصميم والصناعة ولهذه اللغة قواعدها وأسسها.

الباب الأول

أدوات الرسم الهندسى

Engineering Drawing Tools

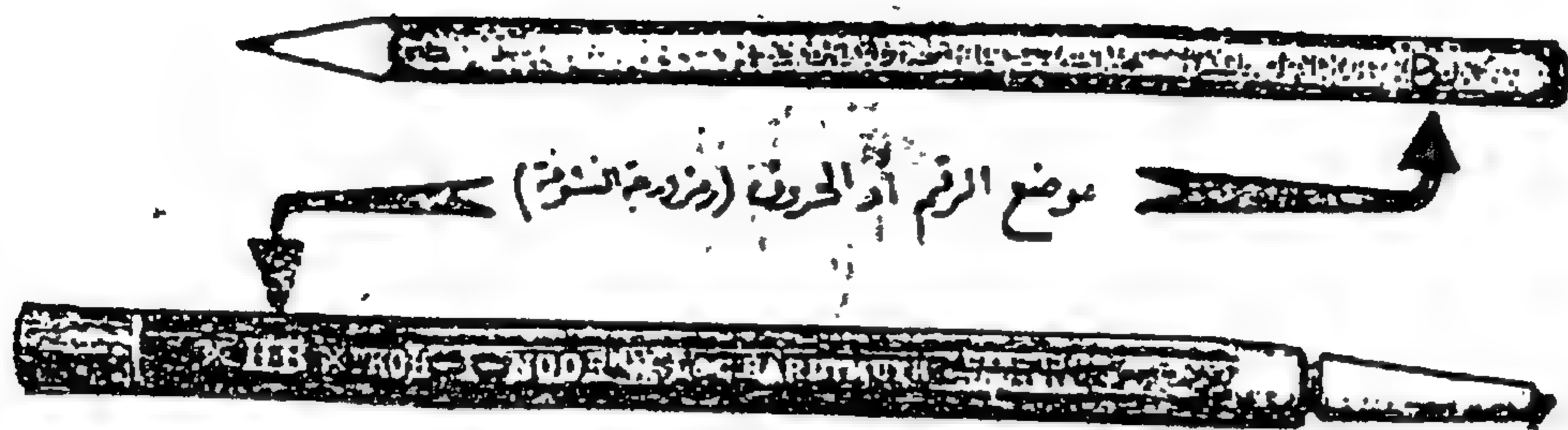
تتكون الرسومات الهندسية من مجموعة من الخطوط والمنحنيات ولتوقيع هذه الرسومات بدقة وكفاءة يتطلب الأمر استخدام أدوات وأجهزة بطريقة صحيحة. توجد أنواع وأشكال مختلفة لأدوات الرسم الهندسى يختلف بعضها عن بعض باختلاف دقة وأهمية كل منها وليست العبرة بكثرة أدوات الرسم وتنوعها بل العبرة بالقيمة المستفادة منها من خلال الرسومات. ويستخدم فى الرسم الهندسى العديد من الأدوات منها:-

الأقلام الرصاص Drawing Pencils

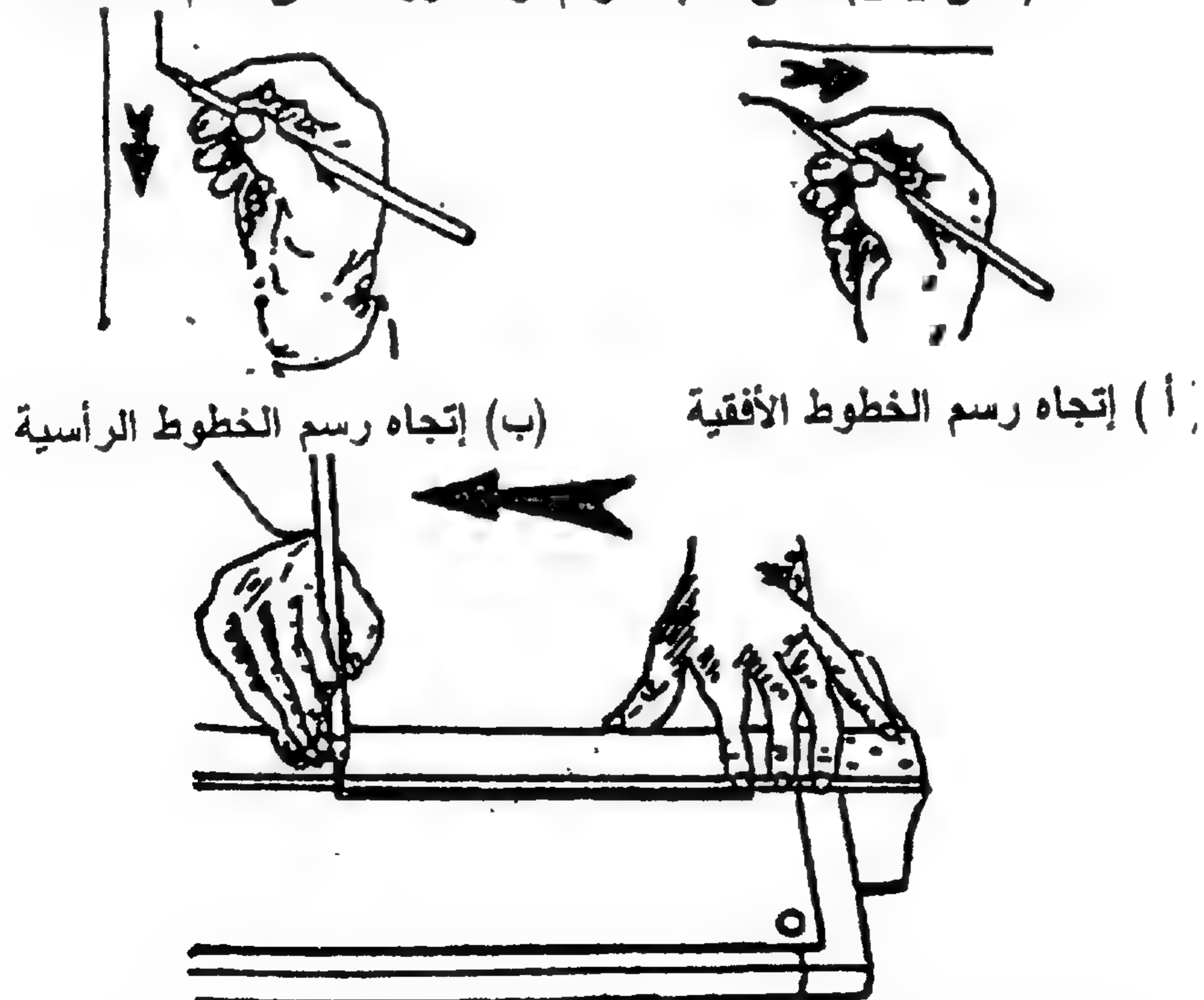
يجب اختيار أقلام الرصاص المستخدمة فى الرسم بعناية . يجب أن تكون من الأنواع الجيدة التى لا تتسبب فى اتساخ لوحة الرسم عند احتكاك المسطرة والمثلثات بها. وتكتب بعض الحروف والأرقام على اطراف الأقلام الرصاص لتحديد درجة صلابتها فمثلاً حرف H يشير إلى صلادة القلم أو نشوفيته ويتلوه 2H , 3H وهكذا حتى 6H وزيادة الرقم تعنى زيادة صلابته ويشير الحرف B إلى ليونة القلم أو طراوته ويتلوه 2B, 3B وهكذا حتى 6B ويعتبر الجمع بين الحرفين H , B فى قلم واحد يسمى HB أنه قلم متوسط الصلادة والليونة وتوجد أقلام مكتوب عليها حرف F وهى متوسطة فى صلابتها ومتدرجة أيضاً. ويستعمل القلم H للرسم المبدئى مع مراعاة عدم الضغط عليه حتى لا يترك أثراً على ورق الرسم. وعند إعادة الرسم على نفس الخط يستخدم قلم HB وهو أقل صلادة وذلك لإظهار أجزاء الرسم النهائى المطلوب لتكون أكثر وضوحاً ويستعمل قلم B أو HB فى الكتابة كالحروف والأسماء والأبعاد. وتستعمل الأقلام B ودرجاتها فى رسم الأشكال التى تتطلب تظليل. ويوضح (شكل 1-1) مكان كتابة الرقم أو الحروف على القلم الرصاص. وقلب القلم قد يكون ثابتاً داخل الغلاف الخشبى الخارجى أو يكون متحركاً ومنفصلاً عنه حيث يمكن استبدال هذا القلب الجرافيتى بآخر كلما تآكل ويسمى هذا النوع بالقلم المجوف ويتراوح

قطر القلب الجرافيتي ما بين 3mm مم حتى 0.5mm. ويفضل هذا النوع من الأقلام عن القلم العادي وذلك لثبات طول القلم.

يفضل عند استخدام القلم الرصاص أن تكون حركة القلم من اليسار إلى اليمين وفي الوضع رأسي بقدر الإمكان ويكون القلم مائلاً قليلاً في اتجاه سير الرسم. ويوضع القلم أثناء الرسم في قبضة اليد ولا بد من المران عليه حتى يتمكن من استعماله صحيحاً. ويوضح شكل (2-1) الأوضاع الصحيحة للقلم وطريقة وضعه بين أصابع اليد عند رسم الخطوط الأفقية والرأسية.



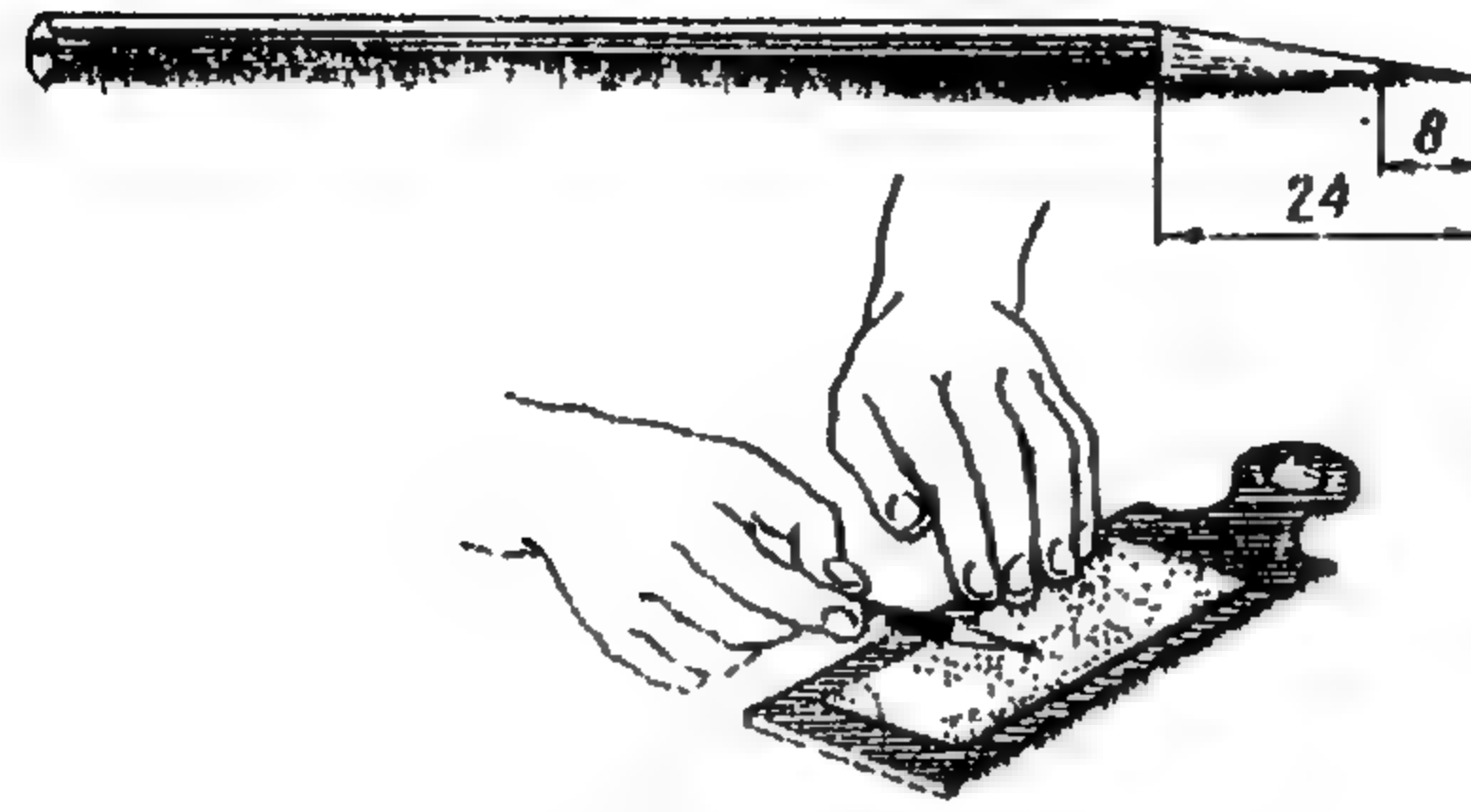
(شكل 1-1) مكان كتابة الرقم أو الحرف على القلم الرصاص.



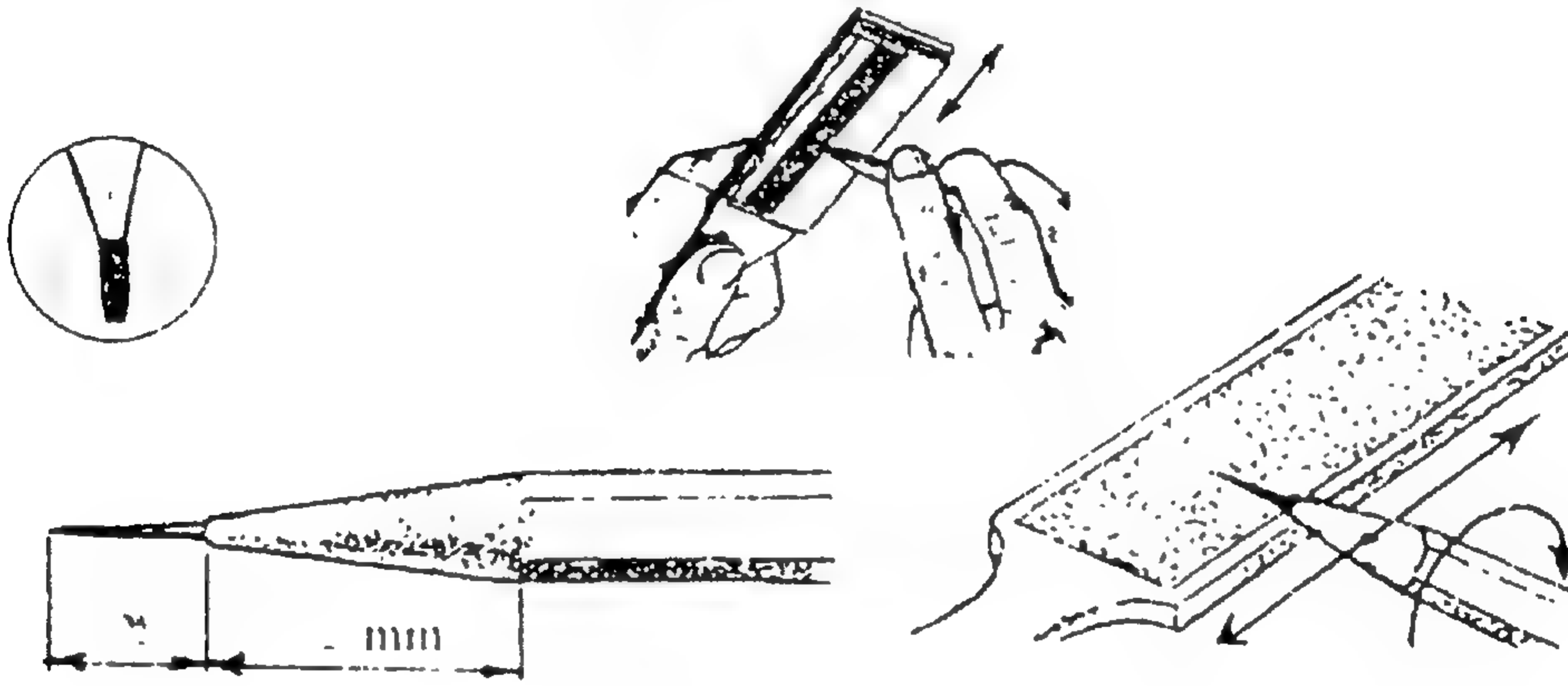
(ج) قبضة اليد أثناء رسم الخطوط الأفقية باستخدام المسطرة T

شكل (2-1) : الأوضاع الصحيحة لاستخدام القلم الرصاص

تبرى الأقلام من نهايتها الخالية من الحروف والأرقام ويكون البرى مخروطى الشكل ويكون ارتفاع مخروط البرى 28mm وارتفاع السن الرصاص 8mm (شكل 3-1) . وهناك طريقتان لبرى السن وهما الطريقة المدببة والطريقة المشطوفة ويستعمل ورق الصنفرة الناعم المثبت على قطعة من الخشب لتسوية برية القلم بين حين وآخر حتى نحصل على خطوط رفيعة ودقيقة كما فى شكل (4-1) ولا بد من ملاحظة تجنب استعمال القلم الرصاص عند طول 75 mm حيث يصعب التحكم فيه وتحريكه أثناء الرسم والحصول على خطوط منتظمة.



شكل (3-1)



شكل (4-1)

الممحاه (الأستيكة) Eraser Rubber

الممحاه من الأدوات الهامة الرئيسية التى لا يستغنى عنها الرسام وذلك لإزالة الأخطاء من مكانها أو إزالة الزيادة التى تكون فى الخطوط. والممحاه الجيدة هى التى تمحو الرسم بسهولة دون خدش الورق فيتلف سطحه بشرط أن يكون المسح بها من غير ضغط شديد وفى اتجاه واحد كلما أمكن ذلك. وكلما كانت الممحاه المستخدمة فى محو الرصاص شديدة المرونة كلما كانت أكثر جودة، ومن الأفضل أن نقلل من استخدام الممحاه بقدر الإمكان.

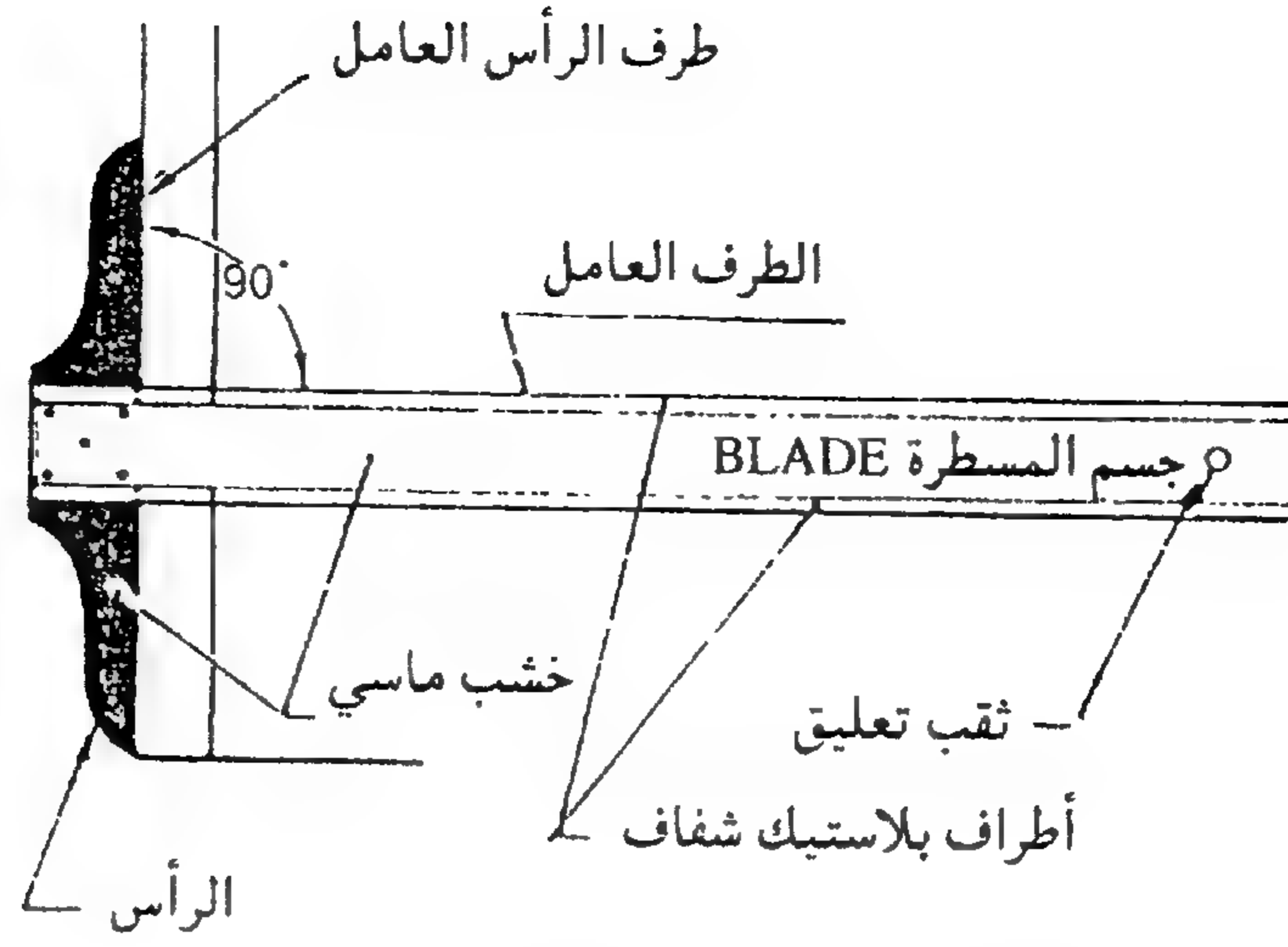
المسطرة حرف T (T-Square)

وتكون المسطرة من جزئيين هما الجزء الرأسى والجزء الحر. ويشكلان هذان الجزآن حرف T وتصنع المسطرة من خشب متين كالماهو جنى ويضاف لكل من الرأس والحد شريط من الأبنوس وتكون حافتها مشطوفة إلى سمك 1.5 mm وقد تصنع المسطرة من البلاستيك. يختلف طولها حسب حاجة الاستعمال ويتراوح من 900 إلى 1200 mm ويجب أن يكون الجزئيين مثبتين بمسامير قلاووظ وذلك منعاً من حدوث أى خلل فى الانفراج الثابت بينهما. ويجب التأكد قبل استعمال المسطرة من تعامد الجزئيين وثباتهما مع بعض ويوضح شكل (1-5) المسطرة حرف T. وعند استعمال هذه المسطرة يجب التأكد من ملاسة رأسها مع اللوحة الخشبية ويتم ذلك باليد اليسرى (شكل 1-6). ويوضح شكل (1-6) أيضاً كيفية استخدام المسطرة لرسم الخطوط الأفقية وكما يوضح (شكل 1-7) كيفية استخدام المسطرة مع أحد المثلثات لرسم الخطوط الرأسية.

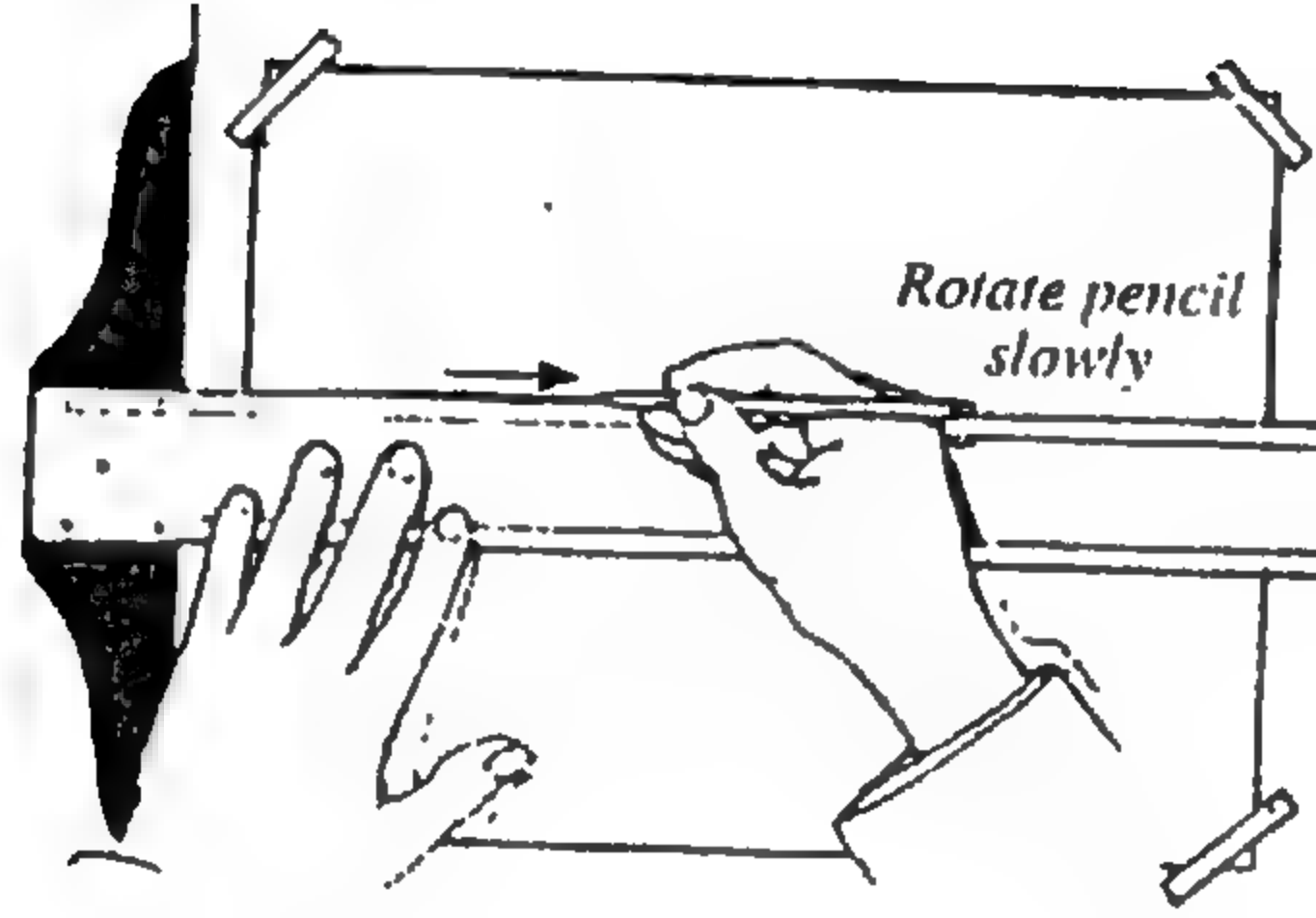
وتستعمل المسطرة حرف T لرسم الخطوط الأفقية وذلك بانزلاقها على اللوحة الخشبية على دليل هو الرأس التى تكون جهة اليسار منها وتنزلق إلى أعلى وإلى أسفل ويستخدمها الرسام أيضاً لتكون دليلاً للمثلثات بارتكاز المثلثات عليها عند رسم أى نوع من الخطوط الرأسية أو المائلة بزاوية المثلثات. ولا يجوز استعمال المسطرة فى رسم الخطوط الرأسية خوفاً من أن تكون حافات اللوحة غير متعامدة تماماً. يجب أيضاً أن يكون سلاح المسطرة خالياً من أى التواء حتى لا ينتج عن ذلك انزلاق المثلثات تحت المسطرة. وفى مكاتب الرسم الكبيرة تستخدم ماكينة الرسم وهى تربط فى جانب اللوحة من طرف وتستخدم من الطرف الآخر للرسم وهى تتكون من مسطرتين متعامدتين ومربوطتين سوياً فى رأس تتحرك على قرص مدرج لإمكان تحريكهما معاً على أى زاوية.

الشروط الواجب توافرها فى المسطرة الحرف T

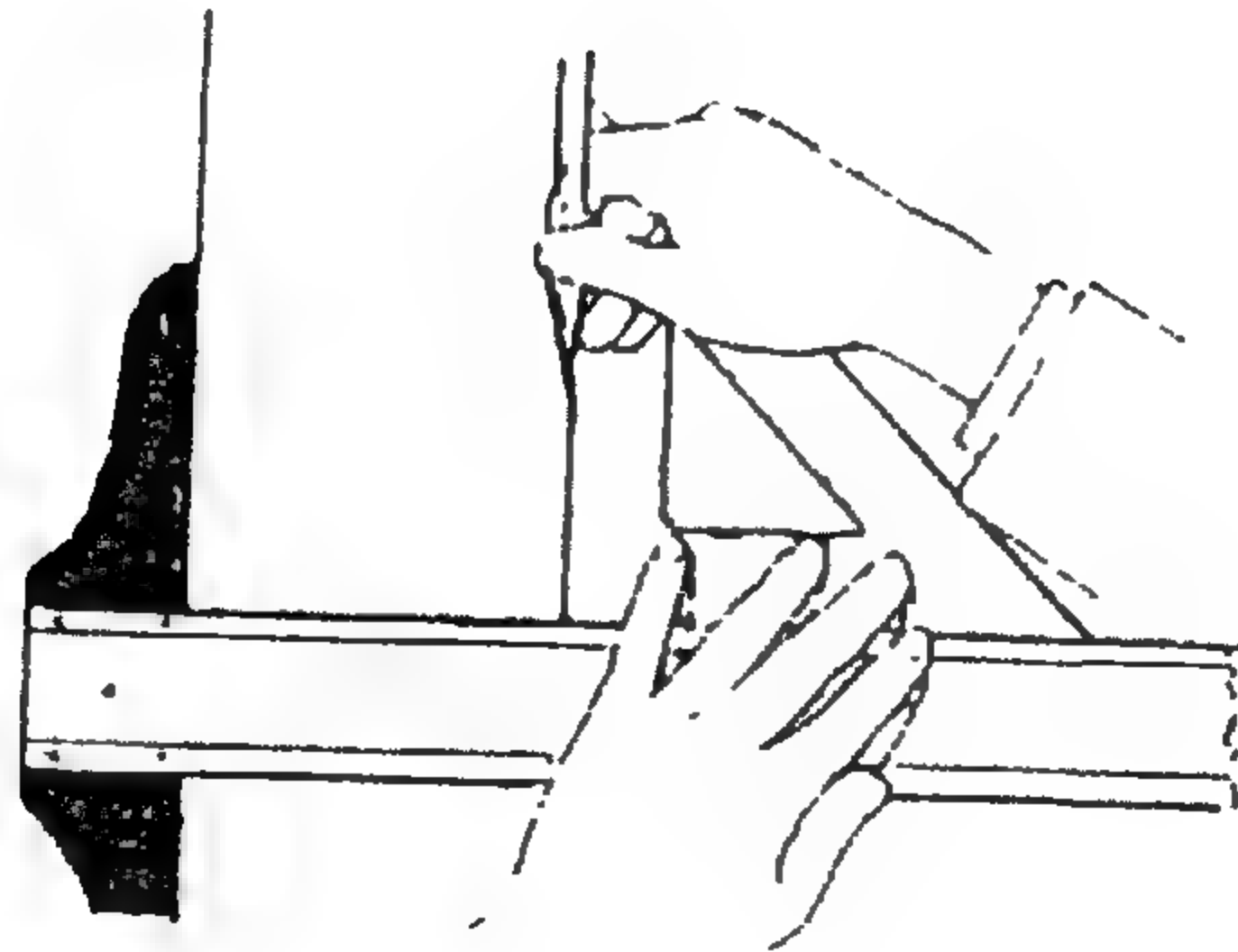
- ١- يجب أن يكون الطرف العامل بالمسطرة مستقيماً ليعطى عند الرسم خطوطاً مستقيمة، كما يمكن استخدامه كقاعدة إسناد للمثلثات.
- ٢- يجب أن تكون أسطحها ناعمة ملساء، بحيث لا تكون مصدراً لخدش أو تمزق اللوحة فى أثناء انزلاقها.
- ٣- يجب تعامد المسطرة مع الرأس تعامداً دقيقاً ليعطى خطوطاً دقيقة.
- ٤- يجب أن يكون الطرف العامل بالمسطرة مقاوماً للتآكل، كما يجب أن يكون ناعم الملمس.
- ٥- يجب أن تكون خفيفة الوزن.



شكل (5-1): المسطرة حرف T



شكل (6-1): استخدام المسطرة لرسم الخطوط الأفقية



شكل (7-1): استخدام المسطرة T مع مثلث لرسم الخطوط الرأسية.

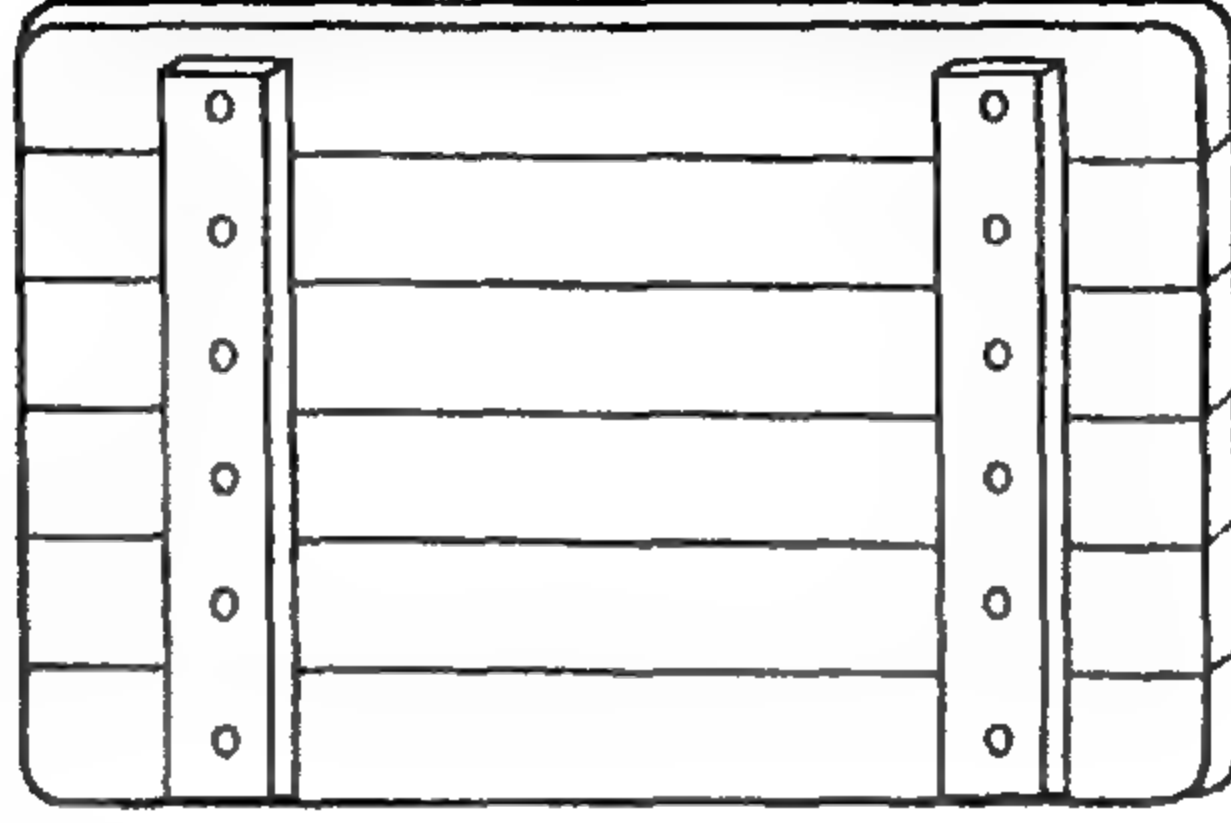
لوحة الرسم الخشبية Drawing Board

تصنع لوحة الرسم عادة من خشب له صفات تجعلها صالحة للغرض من صنعها واستعمالها وهذه الأخشاب مرنة السطح وذلك للاحتفاظ بالسطح أملس وناعم ولا يتأثر بضغط القلم الرصاص عليه. وتكون أبعاد اللوحة الخشبية 40.5x73.5cm أو 58.5x78.5cm وهى أكبر قليلاً من مقاسات الورق الذى يستخدم فى إعداد الرسومات. ويجب أن تكون ذات سطح مستوى أملس خال من الشروخ وأن تكون زواياها قائمة. وفى اللوحات الجيدة يضاف إلى حافة أو حافتين منها شريط من الأبنوس أو الألمونيوم تام الاستقامة ليسهل تحريك المسطرة حرف T عليه ويركب على اللوحة من الخلف عارضتان خشبيتان مثبتتان فى الألواح بمسامير قلاووظ تنزلق على وريقات نحاسية مستطيلة وهذا التركيب يسمح بتمدد الخشب وانكماشه تبعاً لتقلبات الجو دون أن يتقوس سطح اللوحة أو يتشقق ويوضح شكل (1-8) نموذج من لوحة الرسم الخشبية. ويجب التحقق من استقامة حرف المسطرة الأبنوس بتطبيق حد المسطرة حرف T عليها للتحقق من تمام انطباق ذلك الحد على تلك الحافة. ويتم تثبيت أوراق الرسم عليها عن طريق أربعة دبابيس أو لصق فى الأركان الأربعة.

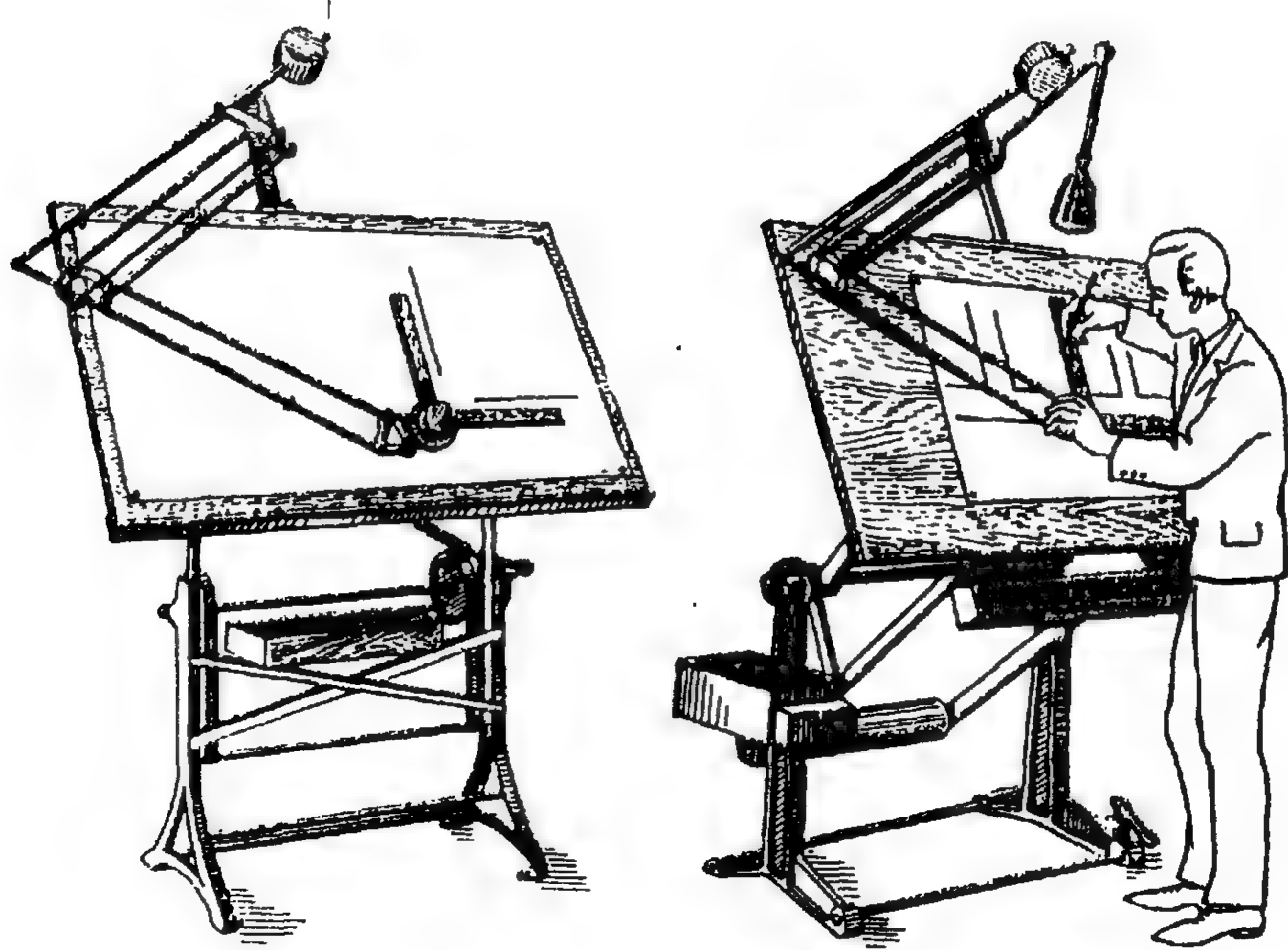
وفى بعض مكاتب الرسم الكبيرة تستخدم فى اللوحات أجهزة ميكانيكية وروافع تساعد على وضع اللوحة فى أى حالة سواء رفع أو خفض. وتصنع اللوحة من اللدائن plastics وتثبت على قاعدة مصنوعة من الخشب أو المعدن كما يوضح شكل (1-9) بحيث تسمح بتحريك اللوحة إلى أعلى وإلى أسفل كما يمكن تعديل زاوية الميل بحيث تكون مريحة للرسم.

تزود لوحة الرسم ببعض الأدوات المساعدة مثل آلة الرسم Drafting Machine، وهى عبارة عن جهاز مثبت باللوحة بطريقة تسمح بتحريكه بسهولة إلى أية نقطة على سطحها العامل، وبذلك يستغنى عن استعمال بعض أدوات الرسم مثل المسطرة حرف T والمسطرة العادية والمثلثات والمنقلة. وتصنع لوحات الرسم بأبعاد مختلفة لتناسب مع جميع متطلبات الرسومات الهندسية.

وتساعد لوحة الرسم المزودة ببعض الأدوات المساعدة السابق ذكرها فى الحصول على رسومات ذات دقة عالية، أكثر من التى يمكن الحصول عليها عند استعمال أدوات الرسم التقليدية.



شكل (8-1): نموذج من لوحة الرسم الخشبية التقليدية



شكل (9-1) : آلة الرسم Drafting Machine

شروط ومواصفات لوحة الرسم:

يجب أن تتمتع لوحات الرسم بالشروط والمواصفات التالية:

١- لا تتعرض للانحناء أو الانكماش أو التمدد نتيجة للتقلبات الجوية.

٢- سطحها العامل مستوى تماماً وخال من التموجات

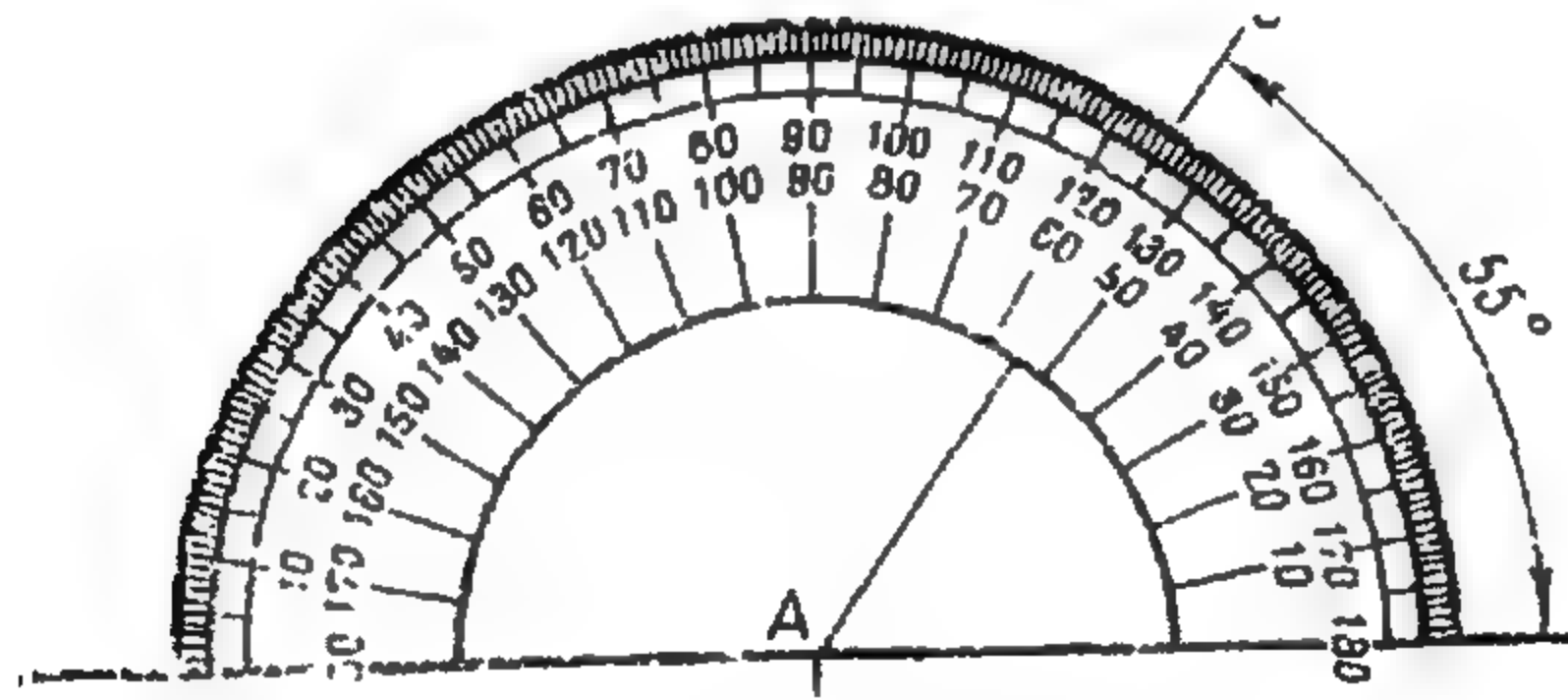
٣- جوانبها الأربعة مستوية ومتعامدة مع بعضها.

المنقلة Protractor

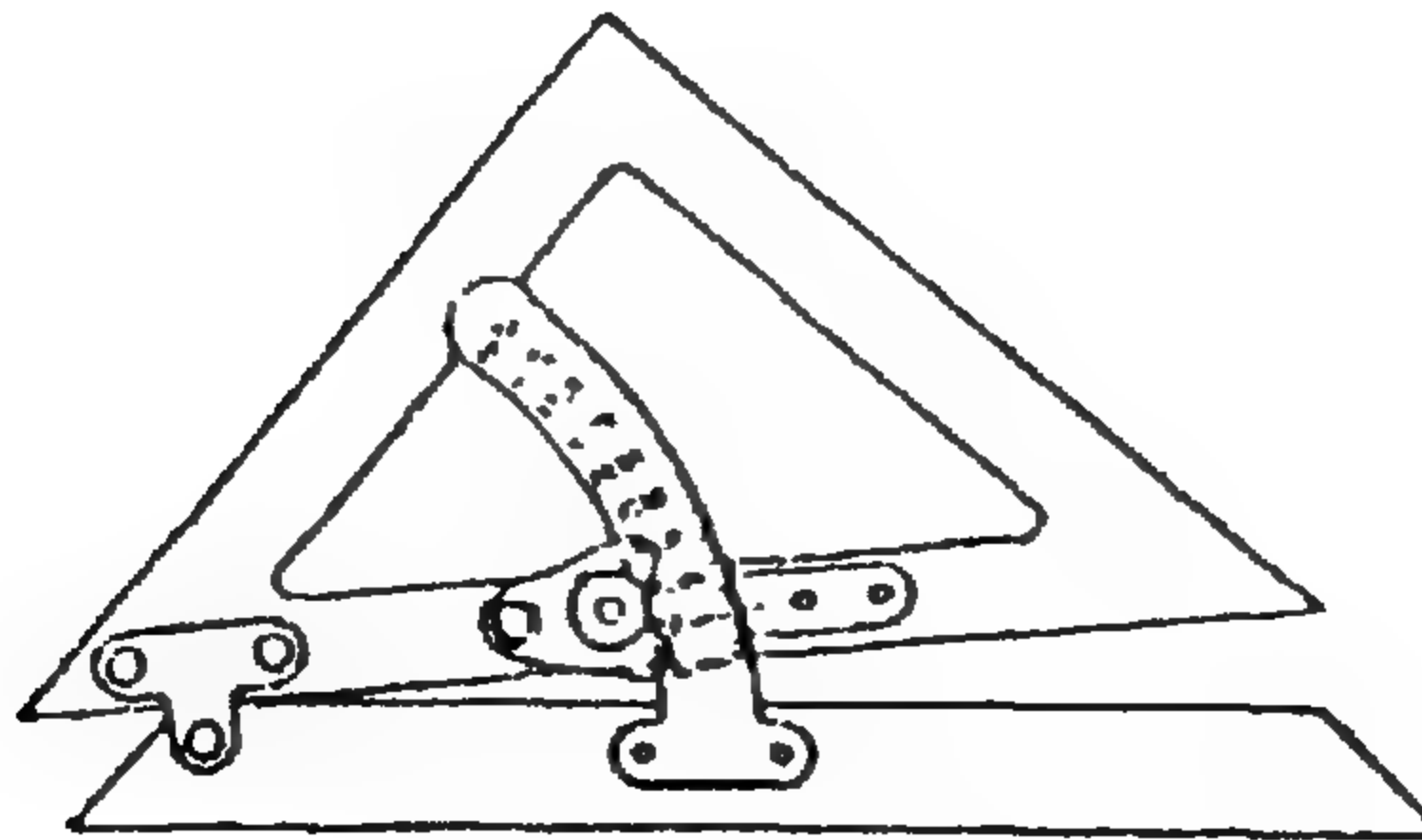
تصنع المناقل من اللدائن الشفافة وبالوان مختلفة وتستخدم فى رسم الزوايا التى لا يمكن رسمها عن طريق المثلثات، وكذلك تستخدم فى قياس الزوايا المختلفة. والمناقل لها أشكال مختلفة وشكل (10-1) يوضح أهم اشكالها، علماً بأن المنقلة النصف دائرية هي الأكثر استعمالاً.

الزوايا المتغيرة Drafting Angles

تصنع الزاوية المتغيرة (شكل 11-1) من اللدائن الشفافة أو الألوان. وتُجمع الزاوية المتغيرة الموضحة بين المثلث القائم الزاوية والمنقلة. ويستخدم لنفس أغراض المثلثين والمنقلة، حيث تثبت على الدرجة المطلوبة وترسم الخطوط المائلة على ورقة الرسم.



شكل (10-1): المنقلة



شكل (11-1): الزاوية المتغيرة

مثلثات الرسم Tri angles

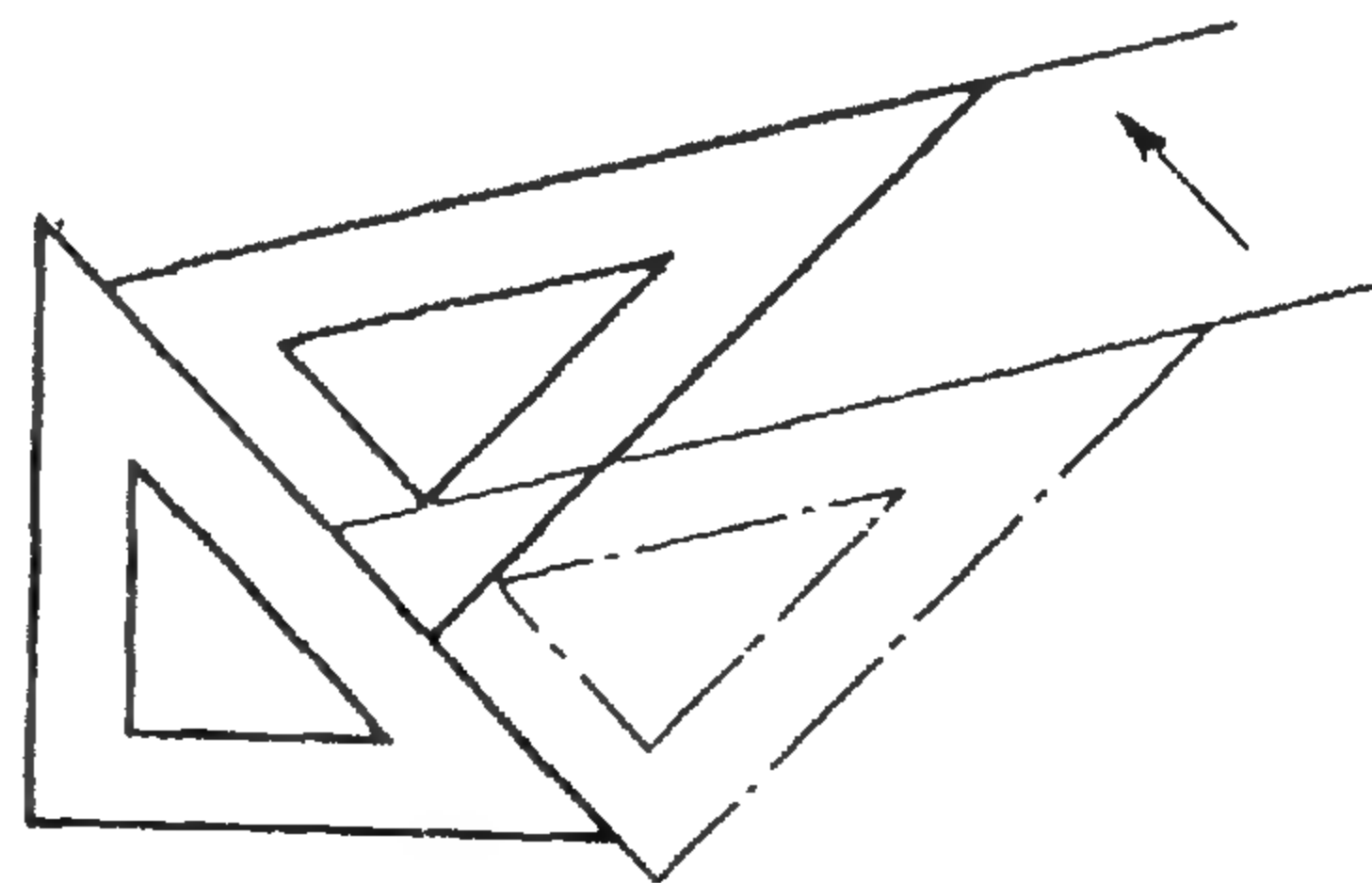
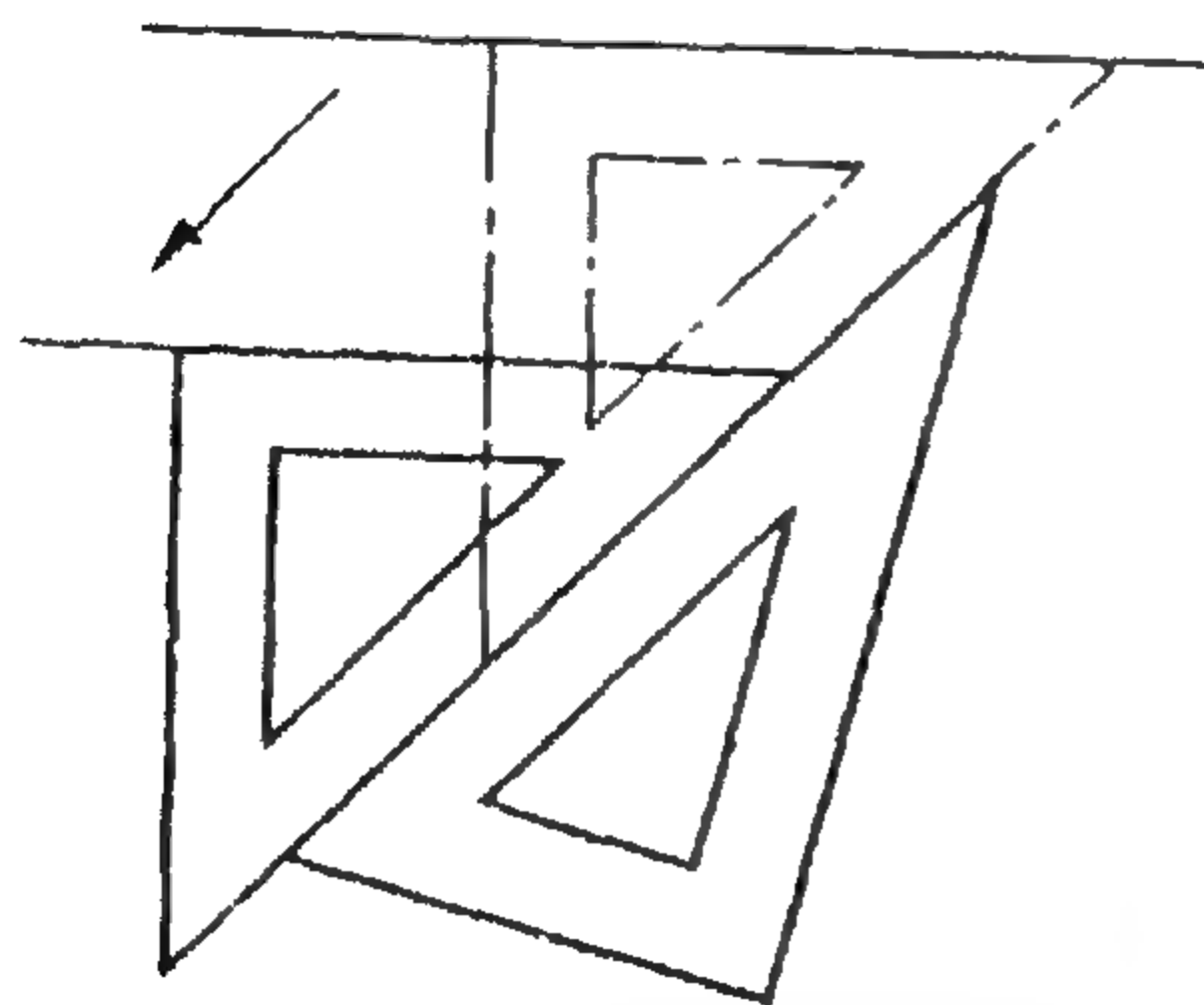
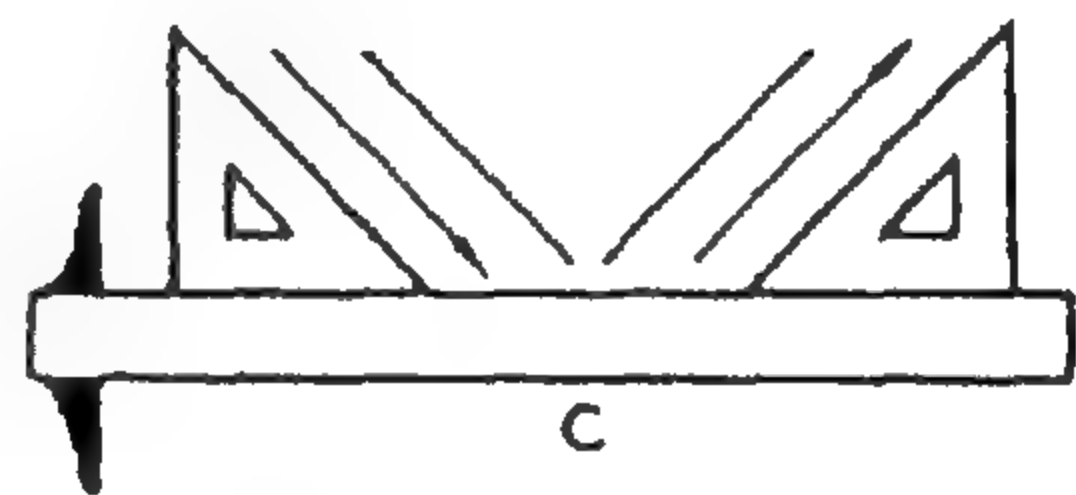
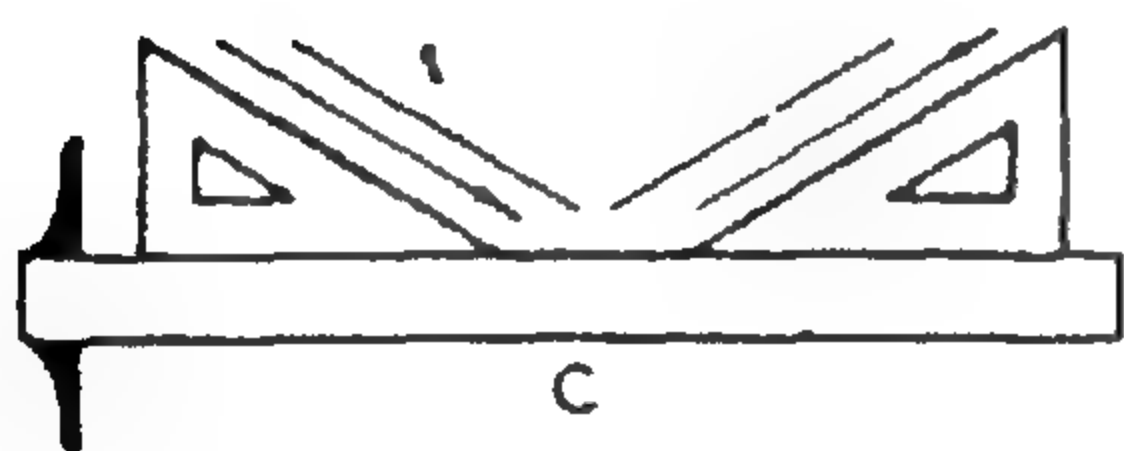
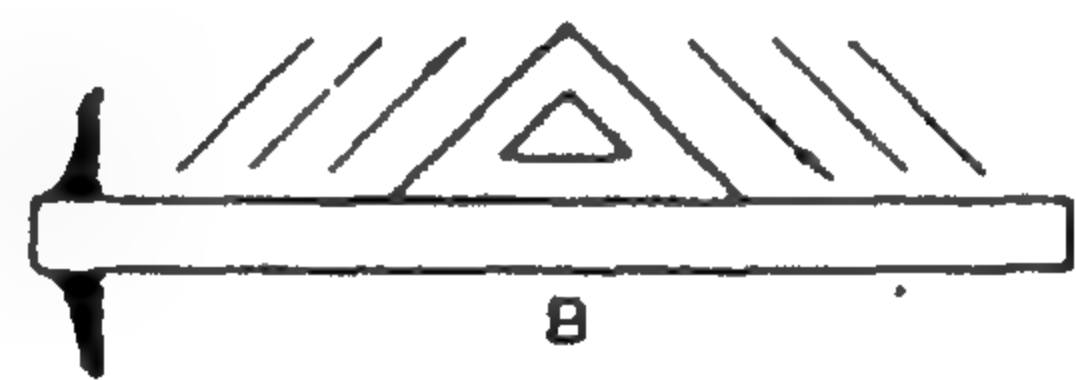
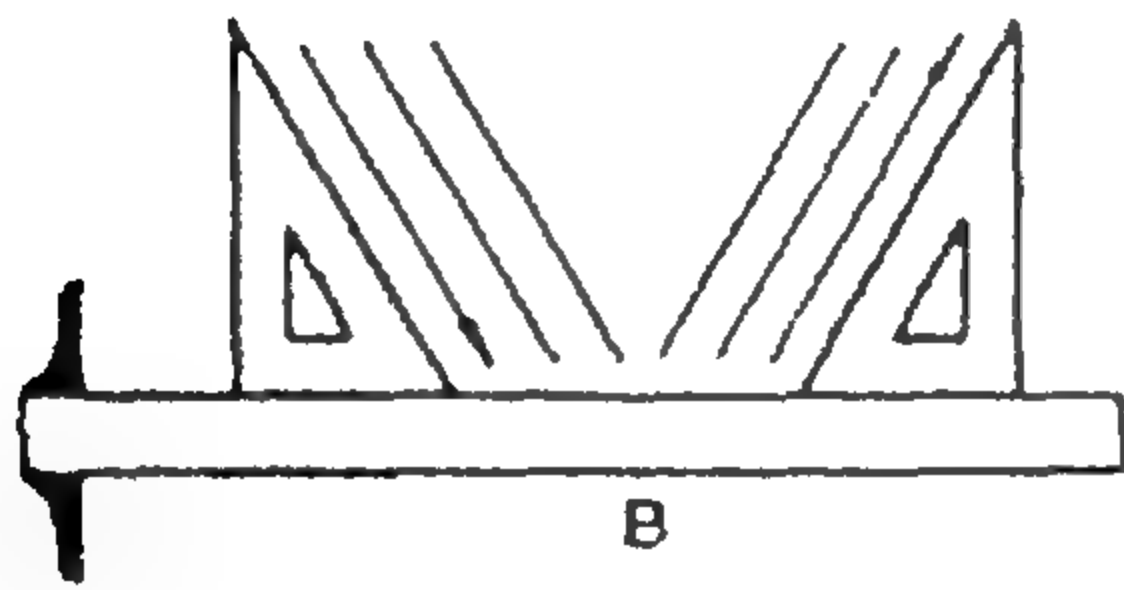
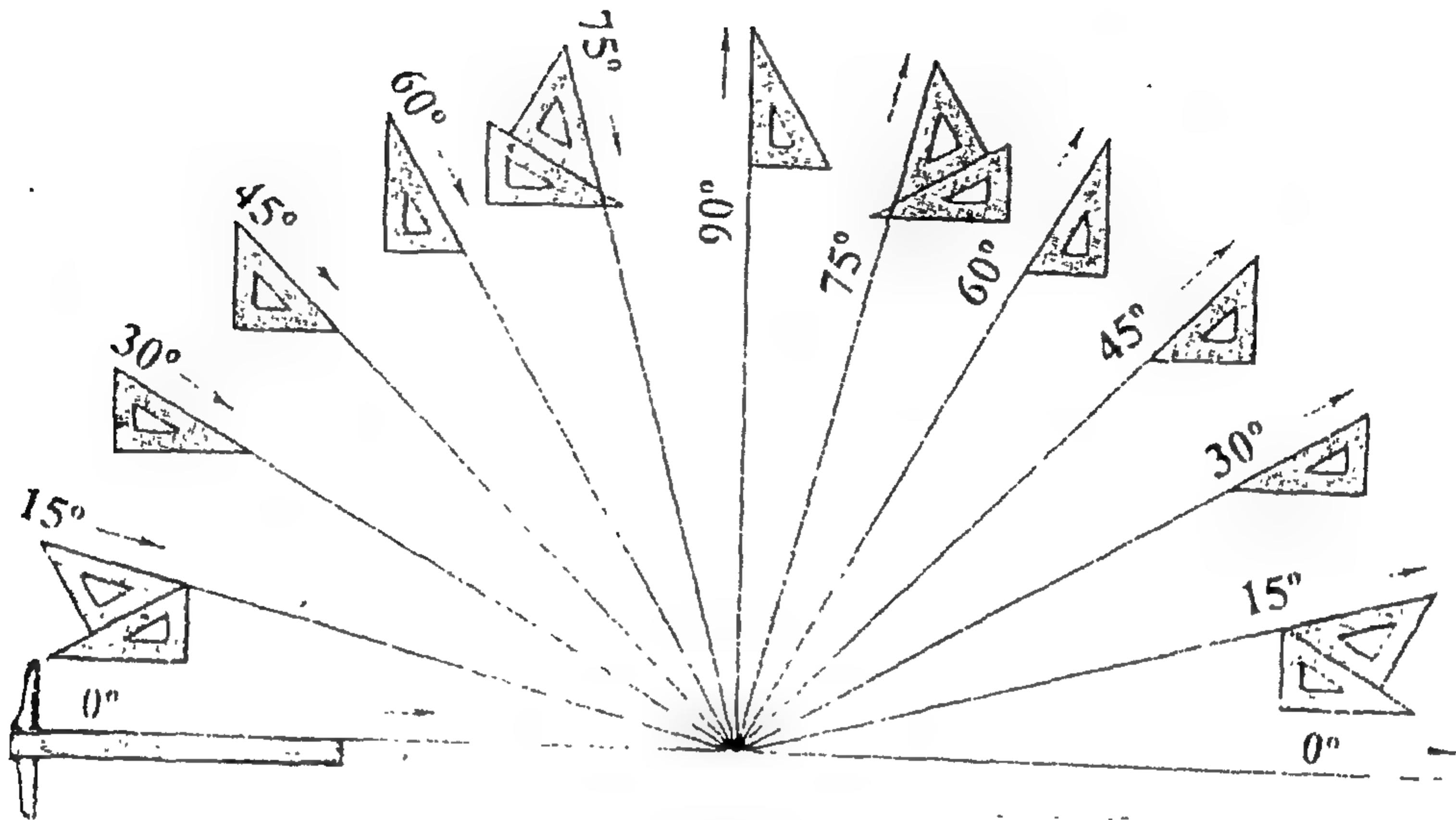
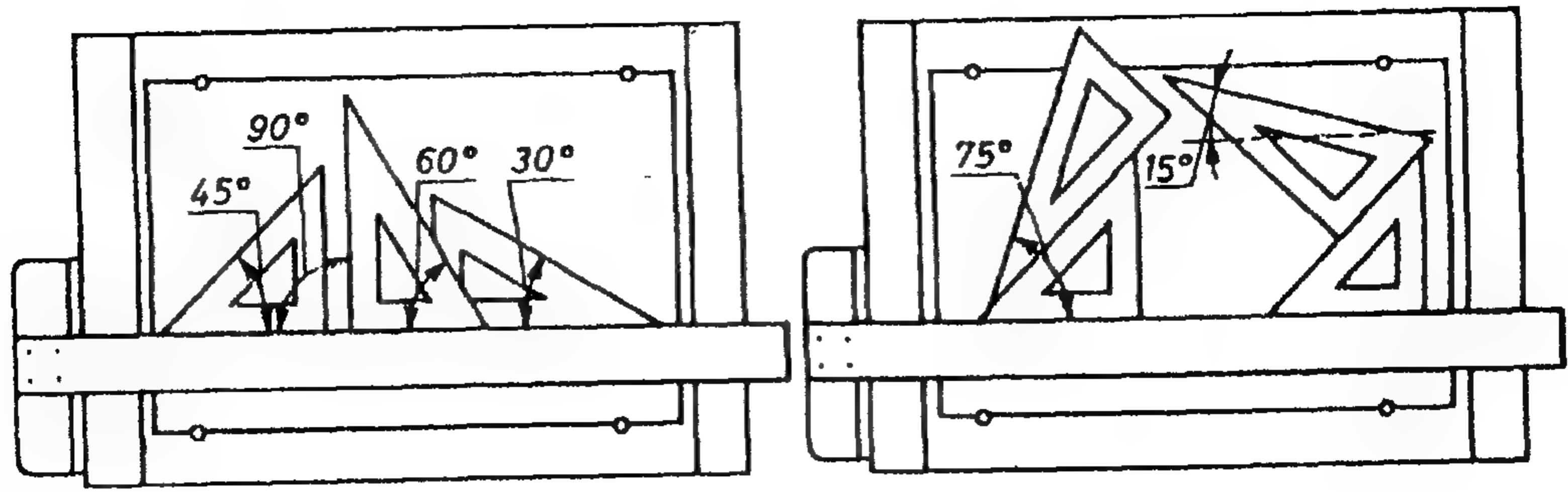
تصنع المثلثات من البلاستيك الشفاف بسمك يقرب من مليمترين ويكون أحدهما ذا زاويتين 45° والثاني ذا زاويتين 30° و 60° ويستعمل المثلثان في رسم الخطوط الرأسية والمتوازية وذلك بالارتكاز والانزلاق على حافة المسطرة حرف T كما أنه يمكن بواسطتهما رسم زوايا مقدارها $15, 30, 45, 60, 75, \dots$ الخ كما يظهر من (شكل 1-12). ويوجد من المثلثات الآن الكثير من الأنواع من حيث الغرض الذي تستخدم من أجله وأيضاً المواد المصنوعة منها. ويشترط في المثلثات أن تكون الزاوية بين الجانبين (لا الوتر) زاوية قائمة. ويوجد نوع من المثلثات يعطى أى درجة. حيث يوجد جزء المتحرك على قوس مدرج مما يساعد على تحديد مقدار الزاوية التي يراد رسمها.

وتحتاج المثلثات من الطالب عناية خاصة حيث يجب حفظها دائماً نظيفة وكما يجب استخدام المثلثات في رسم الخطوط فقط وعدم استخدام أى أداة قطع في جانبها لقص الورق.

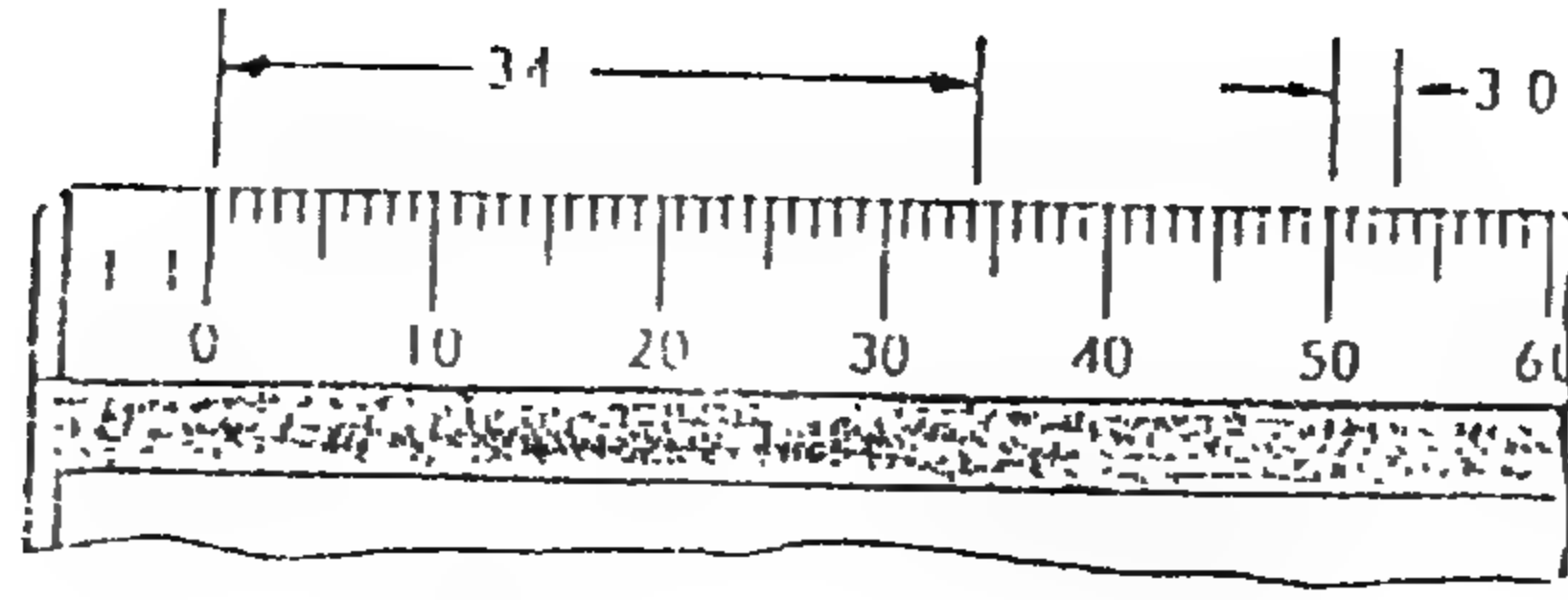
مسطرة القياس (Measuring Rulers)

المساطر ذات تقاسيم تتوقف على نوع الوحدات المستخدمة في القياس فهناك ما هي مقسمة إلى مليمترات وسنتيمترات وما هي مقسمة إلى بوصات وأجزاء من البوصة. وفيها ما هي مشتملة على البوصة وأجزاء البوصة من جانب والسنتيمترات من الجانب الثانى كما في (شكل 1-13). وتصنع مساطر القياس من المعدن أو الخشب أو اللدائن، وهي من الأدوات الهامة للرسام والعناية بها والدقة في اختيارها من الأمور الأساسية لها. فالمسطرة المقسمة هي التي منها نأخذ القياس للخطوط والرسومات وعليها يتوقف دقة القياس. قد تصنع حافتها من السن أو العظم ويحسن بالطالب ألا يرسم المستقيمت على حافتها حرصاً على هذه الحافة من التلف بل يرسم المستقيم المطلوب على حافة المسطرة حرف T أو حافة مثلث الرسم. ولضبط القياس المطلوب يشترط ألا يكون اتجاه النظر مائلاً على اتجاه تقاسيم مسطرة القياس بل يكون عمودياً على كل تقسيم عند تعيينه على التقسيم المرسوم ويبين (شكل 1-13) أنواع من مساطر القياس.

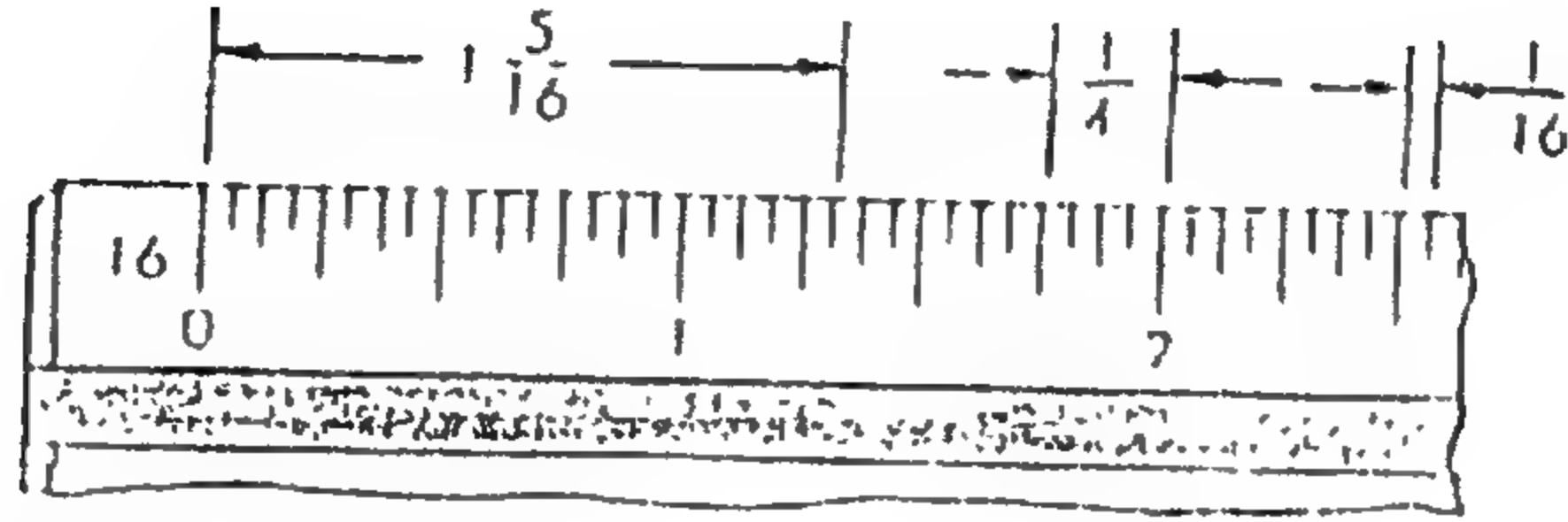
وقد يؤخذ طول البعد المطلوب قياسه بواسطة فرجار التقسيم وذلك بفتحة على مسطرة القياس فتحه تساوى ذلك البعد. ويجب في هذه الحالة شدة الاحتياط بحيث لا يؤثر سن الفرجار في حروف مسطرة القياس وتقاسيمها وإلا أتلها.



(شكل 1-12): المثلثات واستخدامها



FULL SCALE (1 mm DIVISIONS)



FRACTIONAL INCH SCALE - FULL SCALE



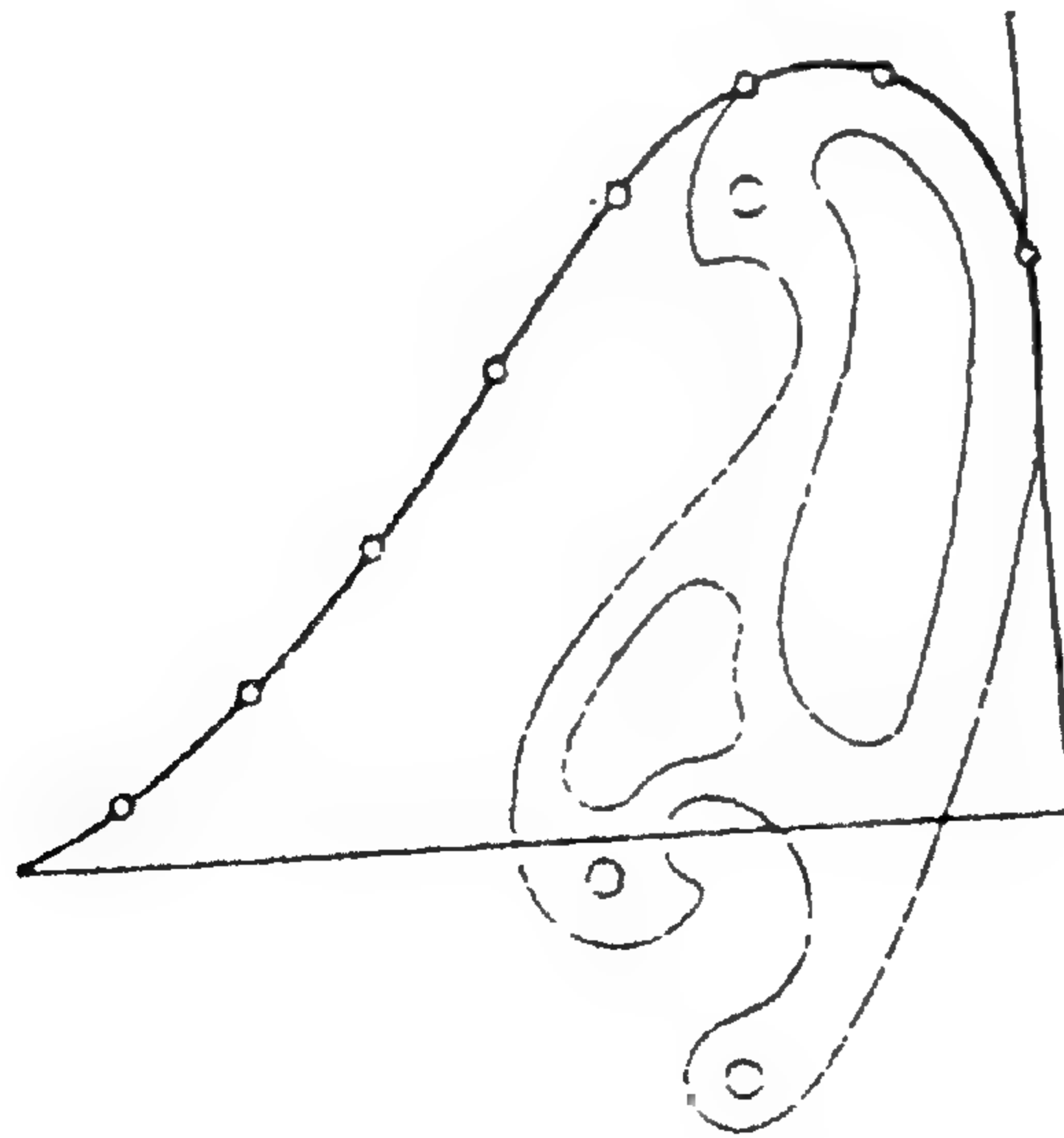
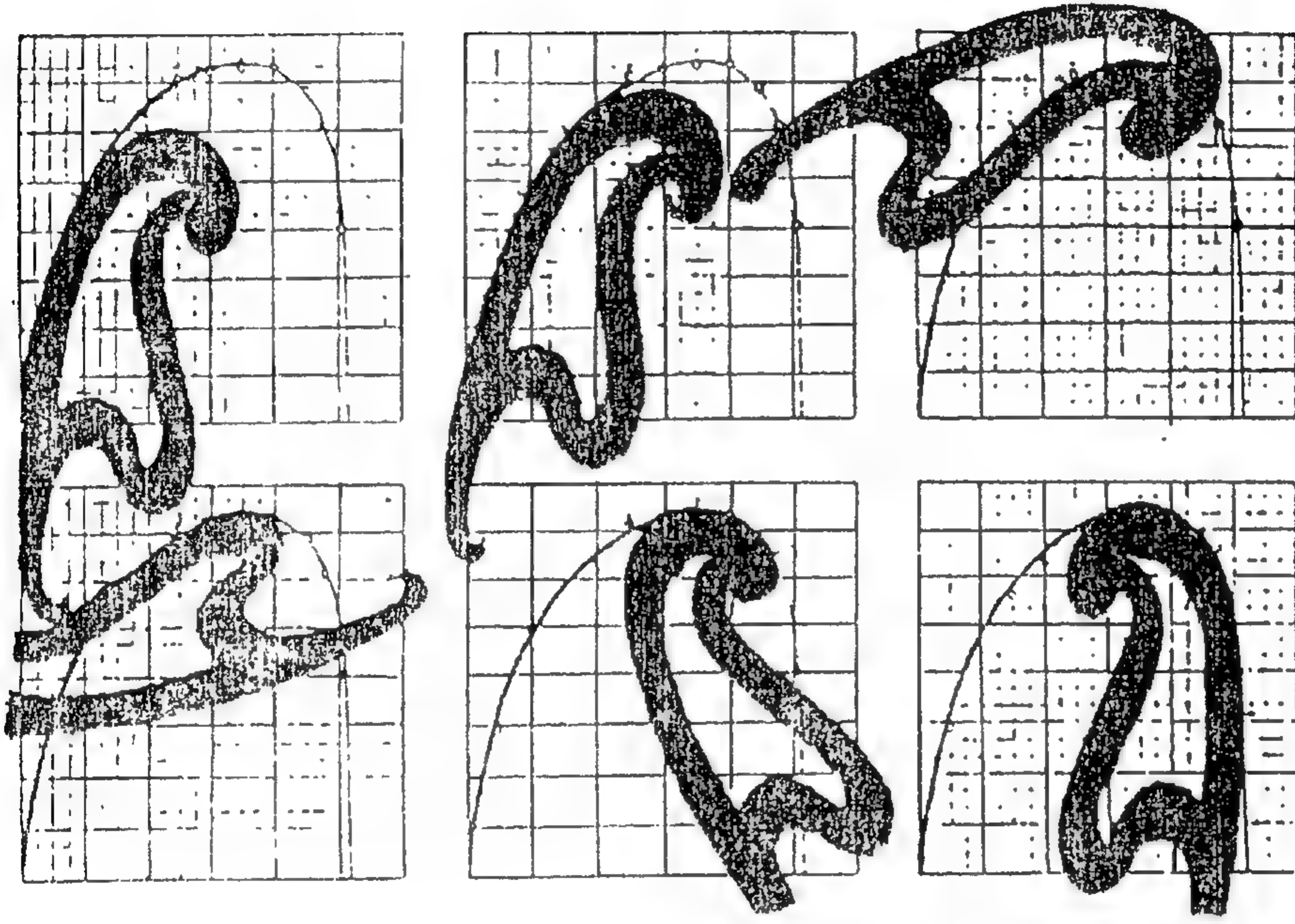
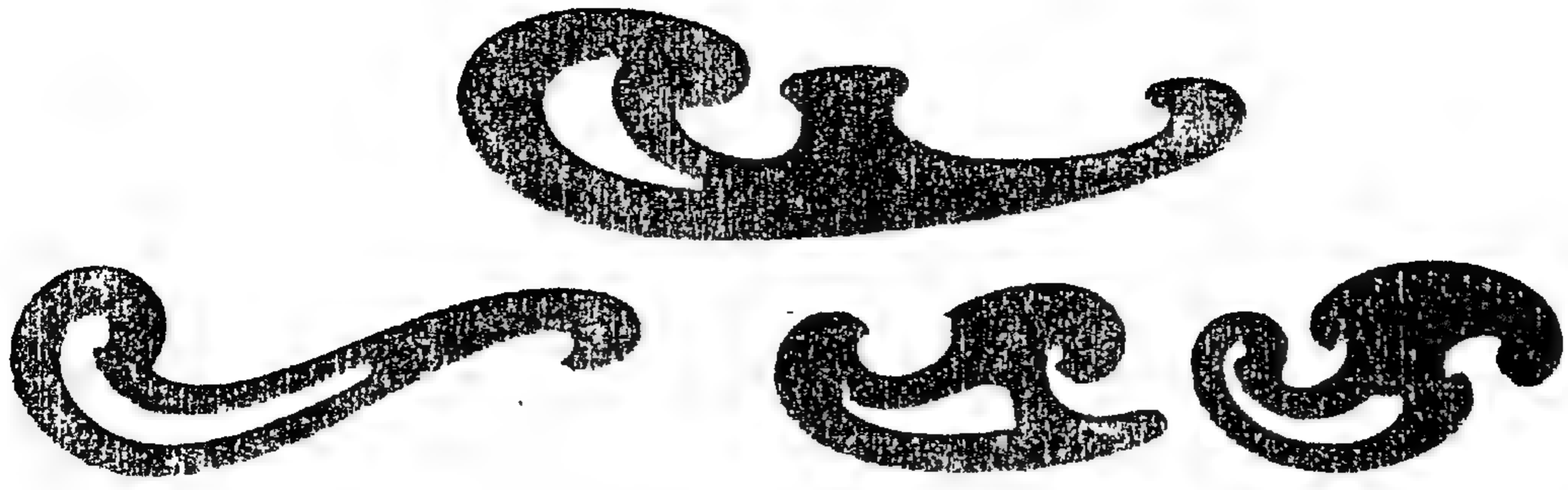
(شكل 1-13): أنواع من مساطر القياس

مسطرة المنحنيات French Curve

تستخدم مسطرة المنحنيات (شكل 1-14) في رسم الخطوط المنحنية والأقواس الغير دائرية. وإذا كانت هناك عدة نقاط ليست على استقامة واحدة يراد التوصيل بينها بمنحنى نبدأ برسم خط خفيف باليد أولاً ماراً بهذه النقاط ثم يوضع حافة مسطرة المنحنيات بحيث ينطبق جزء منها على أكبر جزء من المنحنى، ثم يرسم المنحنى بالقلم الرصاص على حافة المسطرة وقد يستعمل جزءان مختلفان أو أكثر من مسطرة أو استخدام المسطرة الواحدة أكثر من مرة لرسم المنحنى ويلاحظ عند التوصيل بين جزئي المنحنى ألا يحدث اعوجاج مفاجئ. ويوجد بالأسواق حالياً نوع من مسطرة المنحنيات تصنع من المطاط حيث يتم تشكيلها بشكل المنحنى المطلوب رسمه.

مساطر الأرقام والحروف ورموز الأشكال الهندسية Templates

تصنع مساطر الأرقام والحروف ورموز الأشكال الهندسية من اللدائن الشفافة، وهي عبارة عن مساطر محفور بها أرقام وحروف والعديد من أشكال ورموز المصطلحات الهندسية بمقاسات متدرجة، لتشمل كفاءة التخصصات، وتستخدم هذه المساطر في نسخ الأرقام والحروف والأشكال والرموز المحفورة بها على أوراق الرسم.



(شكل 14-1): مسطرة المنحنيات French Curve واستخدامها

علبة الفراجير (البراجل) Compasses Box

تحتوى عادة علبة البراجل على براجل مختلفة الأطوال، بعضها للرسم بالرصاص وبعضها للتحرير وبعضها مدبب الطرفين يستعمل لنقل الأبعاد. تحتوى العلبة أيضاً على بعض أقلام التحرير وبعض وصلات لتطويل طرفى البراجل لكى يزيد مدى إستعمالها عند رسم الدوائر والأقواس الكبيرة ويبين شكل (1-15) بعضاً من أنواع البراجل وتحتوى العلبة على:-

أ- برجل التقسيم ونقل الأبعاد Divider

وطرفاه من المعدن المدبب وهو يستخدم فى نقل الأبعاد وتقسيم المستقيمات والأقواس والمقاسات.

ب- برجل الرسم Pair of Compasses

ذو طرف معدنى مدبب وآخر معد لوضع السن الرصاص. ويستخدم لرسم الدوائر والأقواس.

ج- برجل قوسى Bow Compasses (الدوائر)

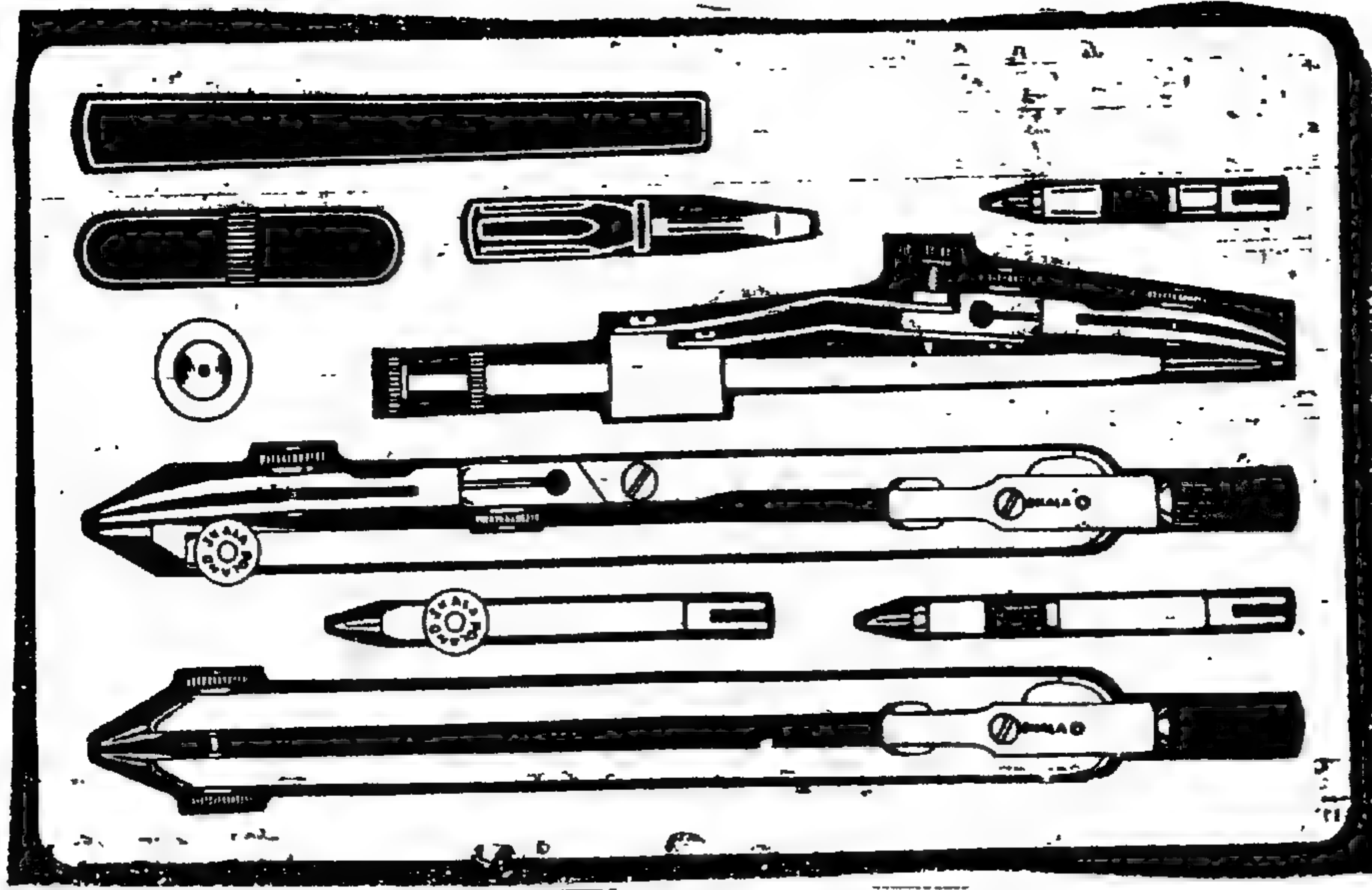
يستخدم البرجل القوسى لرسم الدوائر والأقواس وهو أفضل من البرجل العادى خصوصاً فى الأقطار الصغيرة لأنه يحتوى على مسمار للضبط الدقيق.

د- قلم التحرير

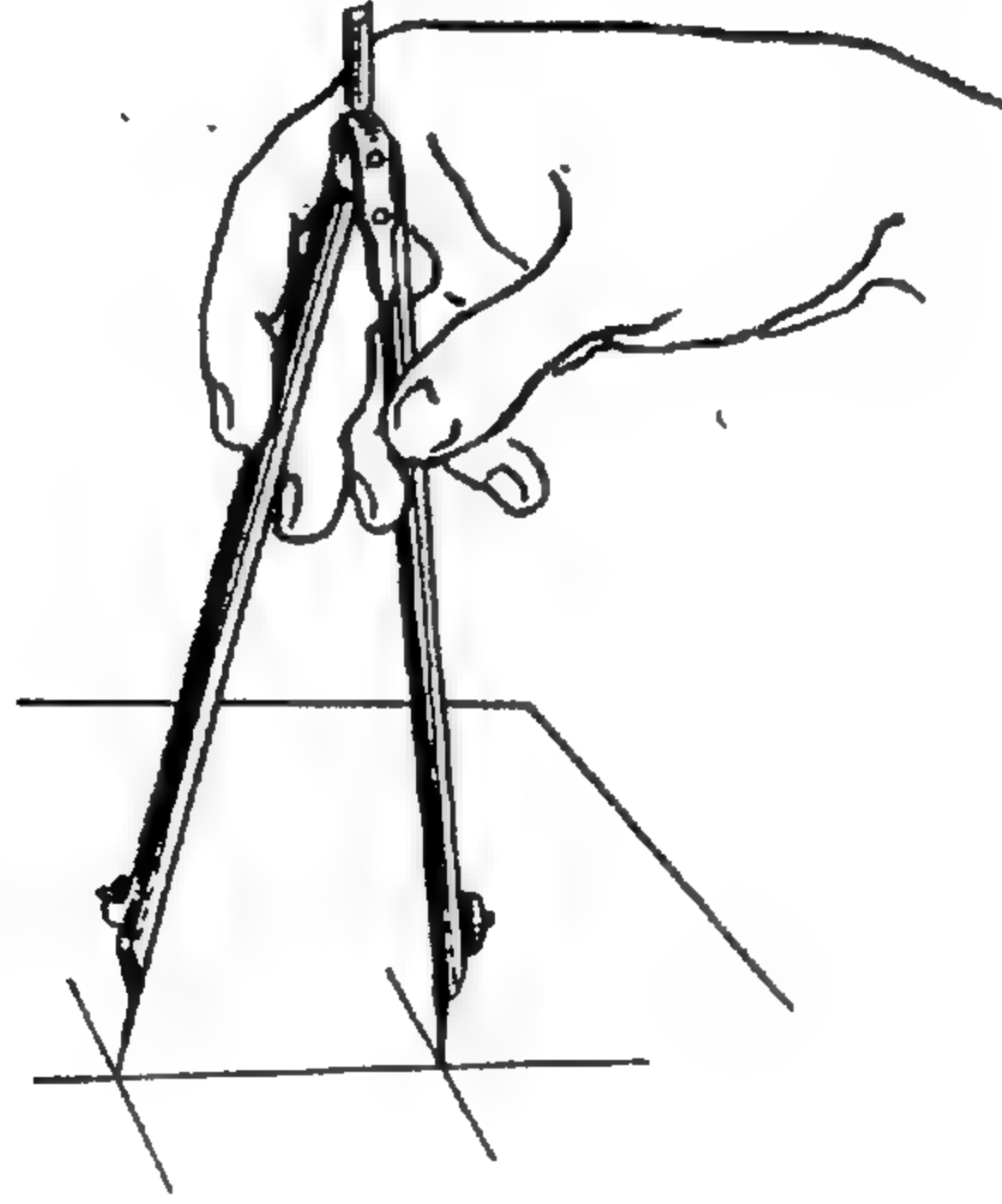
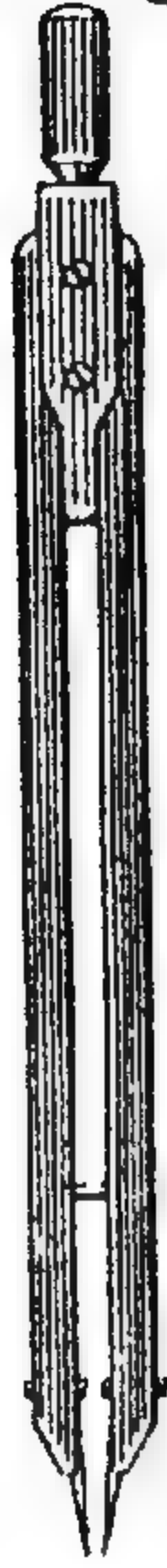
ذو طرف معدنى مدبب وآخر معد لوضع قلم التحرير يستخدم فى تحرير أجزاء الرسم.

وقبل استعمال الفرجار لابد من التأكد أن طول طرفيه متساويين. كما أنه لا يجوز الضغط بسن البرجل بقوة عند الرسم وإلا أوسع الثقب ونفذ السن تحت الورق، ويراعى أن يحرك الطالب الفرجار فى اتجاه عقرب الساعة على أن يكون عمودياً على سطح الورقة بقدر الإمكان.

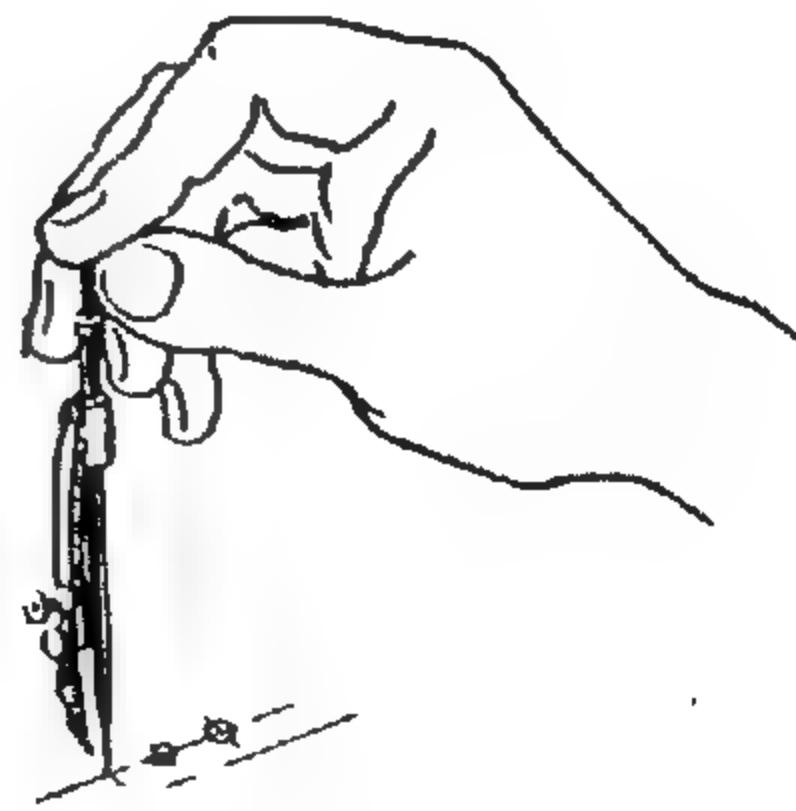
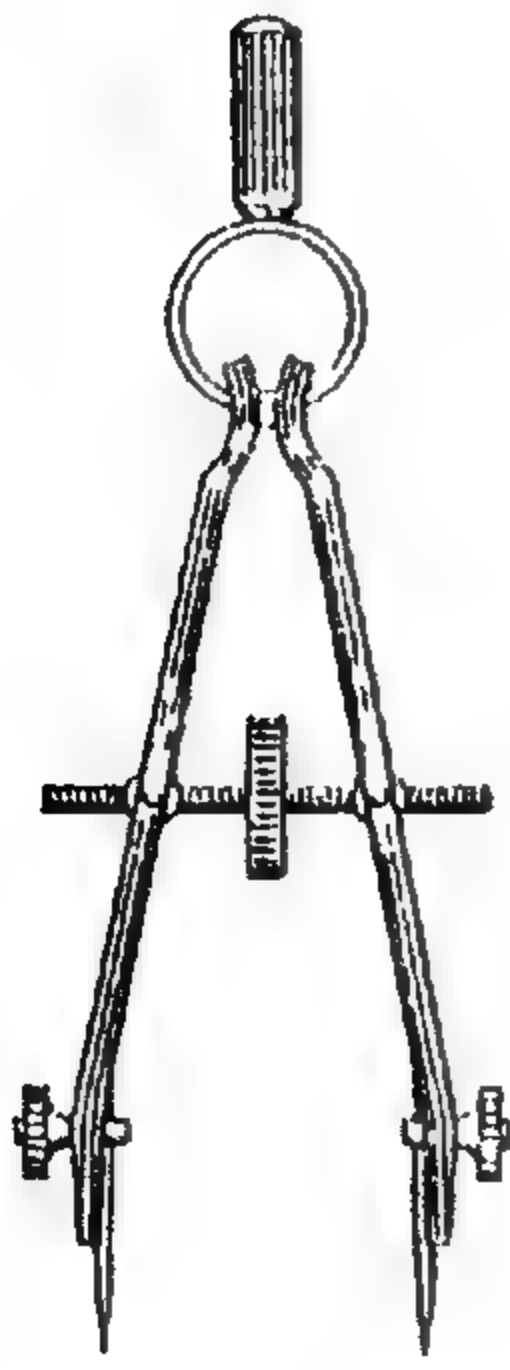
لا يصلح البرجل العادى فى الرسم الهندسى ذو القلم الرصاص حيث أنه لا يحقق الدقة المطلوبة لذلك تستخدم براجل خاصة ملحق بها أجزاء إضافية لبعض الاستعمالات التى تحتاج إليها.



شكل (15-1): علبة الفراجير (البراجل) Compasses Box



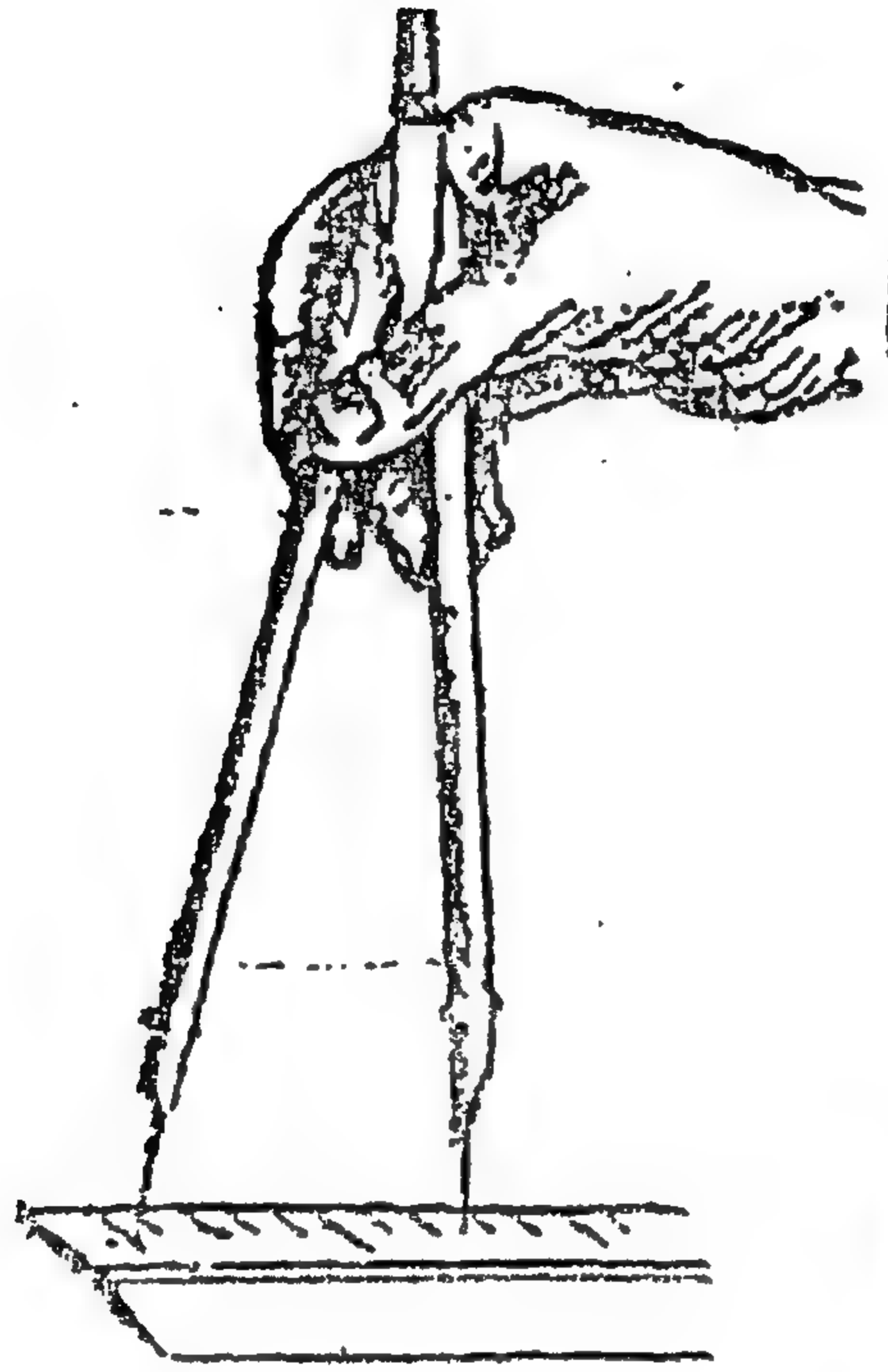
(شكل 16-1): برجل التقسيم



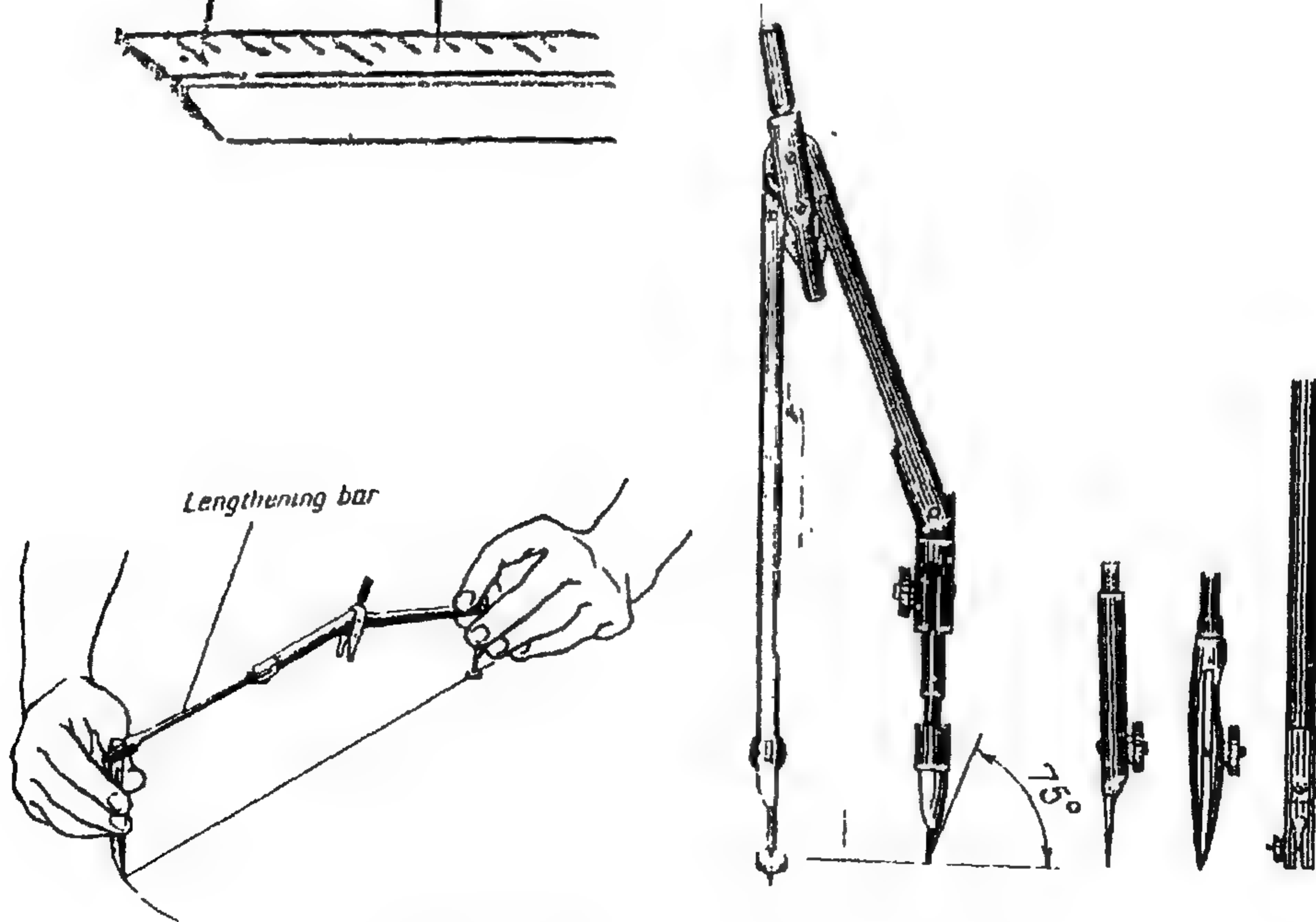
(شكل 17-1): برجل رسم الدوائر

ويوضح (شكل 18-1) وضع البرجل في اليد أثناء أخذ مقياس من المسطرة المقسمة عن طريق طرفيه المدببين من المعدن. ويبين أيضاً الوضع الصحيح للبرجل في اليد أثناء رسم الدوائر وفيه نرى أهمية تحريك البرجل من الطرف لكي يتحرك بحرية وخفة مما يساعد على دقة الدوائر الناتجة.

ويمكن أطالة البرجل إذا كان الطرف الثاني قابل للتعديل والثني والتطويل حيث تزود علبة البراجل بوحدات إضافية تنتهي برأس مثبت به سن رصاص أو قلم تحبير ويوضح شكل (19-1) البرجل القابل للتطويل ويستخدم في رسم الدوائر والأقواس الكبيرة.



(شكل 18-1)



(شكل 19-1): البرجل القابل للتطويل

ويستعمل قلم التحبير فى تحبير أجزاء الرسم ويمكن إضافته للفرجار بوضعه مكان القلم الرصاص بعد نزع منه. وذلك لتحبير الدوائر. أما طريقة ملئه بالحبر بواسطة ريشة الكتابة أو الريشة المتصلة بغطاء دواة الحبر من الداخل بعد غمسها غمساً خفيفاً فى الحبر، وضع سننها بين شقى قلم التحبير فيصل الحبر دون أن يمس جانبى القلم من الخارج.

وفى حالة تلوث الجانبان من الخارج بالحبر، فعلى الطالب أن يمسحها بقطعة من القماش الخالى من الوبر. على أنه يجب على الطالب أن يتأكد دائماً من خلو الجانبين من الحبر. وذلك بالمسح بقطعة ناعمة من القماش، كما أنه يجب ضبط فتحته حتى يعطى السمك المطلوب كما يجب أن يكون طرفاً جناحيه فى مستوى واحد فلا يطول أحدهما عن الآخر بأى مقدار، ويمكن الوصول لـ ذلك بإقفال البرجل تماماً وتحريك طرفى جناحيه بجوار حافة مستقيمة. وعند التحبير يراعى أن يكون القلم الرصاص وقد يمتنع القلم عن التحبير فى أثناء العمل وعندئذ يكون معالجة الخطأ بزيادة الضغط عليه إذ يكون فى هذه الحالة محتاجاً للتنظيف ويمسح بقطعة من القماش ثم يجرب بعد ذلك على من الورق وعند انتهاء العمل يجب تنظيفه جيداً قبل إعادته إلى مكانه فى علبة البرجل وينبغي يراعى عند التحبير التوحيد بين سمك الخطوط ذات الصبغة الواحدة فمثلاً تكون خطوط العمل خفيفة سواء كانت متصلة أو متقطعة وتكون خطوط النتيجة المطلوبة سميكة أى أكثر وضوحاً ويوجد نوع آخر من أقلام التحبير يسمى جرافس Graphics وهو عبارة عن خزان للحبر ويصنع القلم من البلاستيك ويركب فى نهايته ريش تعطى خطوطاً مختلفة السمك.

ورق الرسم Drawing Sheets

يستخدم الورق الأبيض فى تحضير الرسومات بالقلم الرصاص سواء كانت هذه الرسومات تعتبر منتهية أو تستخدم فى تحضير الصور الشفافة منها. توجد مقاسات للوح الرسم لكى يسهل تداولها ثم ترتيبها وحفظها فى ملفات أو أدراج ذات أبعاد معينة. وترتب جميع الأشكال المرسومة فى اللوحة داخل إطار مستطيل من أربعة خطوط بتخانة الخطوط الرئيسية وتكون خالية من كل تنميق أو زخرفة.

ويستعمل للرسم الورق الجيد السميك الذى لا يتلف من المسح بالممحاه ولا يتشرب الحبر.

وإذا كانت الرسوم ستحبر بحسن استعمال الورق الناعم لأنه أنسب أنواع الورق للتعبير وقبل البدء فى الرسم تثبت الورقة على اللوحة بدبابيس الرسم لكى يحمى ورقة الرسم من الثقوب التى قد تكون باللوحة ويحسن أن تثبت ورقة الرسم بالقرب من الحافة العليا للوحة وأن تكون الحافة اليسرى من ورقة الرسم موازية للحافة اليسرى للوحة.

توجد أنواع مختلفة لأوراق الرسم التى يستخدمها الرسامون للرسم عليها بأقلام الرصاص أو بأقلام الحبر. تتداول أوراق الرسم على هيئة أوراق عيارية أو لفائف اسطوانية تقطع بالأبعاد المطلوبة.

شروط ومواصفات أوراق الرسم:

يجب أن تتمتع أوراق الرسم بالشروط والمواصفات التالية:

- ١- لا تتمزق عند الرسم عليها بأقلام الرصاص الحادة القاسية، أو عند محو الرسومات التى بها أخطاء، أو عند التنظيف المستمر، وأن تقاوم التكسر عند طيها.
- ٢- تتحمل ضغط قلم الرصاص عليها فى أثناء الرسم.
- ٣- لا يتغير لونها، ولا تتآكل، ولا تصير هشة مع مرور الزمن.
- ٤- مقاومة للتشرب عند الرسم عليها بالحبر.
- ٥- مقاومة للرطوبة بحيث لا تتأثر الرسومات بالوسط المحيط ولا تتمزق.

فرشاة التنظيف

بعد الانتهاء من محو الخطوط، فإنه يجب أن تنظف ورق الرسم من بقايا مخلفات المحاة، وذلك باستخدام فرشاة التنظيف أو باستخدام قطعة قماش نظيفة مخصصة لهذا الغرض.

إرشادات عامة

هناك إرشادات عامة يجب اتباعها عند تنفيذ التطبيقات العملية فى الرسم الهندسى وهى

كالآتى:

- ١- لا تمس طرف القلم الرصاص ويداك فوق الرسومات.
- ٢- بعد استخدام الصنفرة حرك القلم داخل قطعة من القماش لإزالة بواقي الجرافيت ولضمان عدم سقوطها على الرسم أثناء العمل.

- ٣- لا تجعل أكمام ملابسك تمس الورقة التي عليها رسومات أثناء العمل وإذا أردت حماية ما تم رسمه قم بتغطيته بقطعة من الورق.
- ٤- تجنب احتكاك وانزلاق أى شئ أو أى من أدوات الرسم على الرسومات.
- ٥- لا تستخدم اليد فى إزالة بقايا المحاة التي على الرسم بعد العمل بها.
- ٦- إحتفظ لوحة الرسم الخشبية فى مكان أمين بعيداً عن أى شئ قد يعرض سطحها للتلف.
- ٧- لا تقطع ورق الرسم على اللوحة باستخدام أى أداة قطع.
- ٨- معظم لوحات الرسم لها حافة من الأبنوس تنزلق عليها المسطرة حرف T حذار من جعل اللوحة ترتكز عليها.
- ٩- لا تجر أى تقسيمات بالقلم على المسطرة.
- ١٠- لا تستعمل مسطرة القياس كأداة للتخطيط بواسطتها.
- ١١- لا تستخدم حافة المسطرة حرف T السفلى.
- ١٢- لا تستخدم المسطرة حرف T فى الاتجاه الرأسى لرسم الخطوط الرأسية.

أنواع الخطوط:

تتقسم الخطوط من حيث السمك إلى (شكل 1-20) :

- ١- **الخطوط المتصلة السمكية Visible Line**
تستخدم للتعبير على جميع الخطوط التى تمثل الأحرف الواضحة من الجسم أمام العين.
- ٢- **الخطوط المتصلة الرقيقة Extension Line**
تستخدم كخطوط أبعاد وخطوط تحديد الأبعاد أو خطوط تهشير للقطاعات ويستخدم كذلك كخطوط الإنشاء والتكوين للرسم قبل تشطيبها النهائى.
- ٣- **الخطوط الغير متصلة أى المتقطعة Dotted Lines**
تستخدم للتعبير عن الخطوط المخفية (غير الظاهرة). طول الشرطة mm 2-4 والفراغ بين الشرطة 1mm.
- ٤- **خطوط المحور Center Lines**
خطوط متوسطة السمك وتستخدم لمحاور الدوائر والأسطوانات.

٥- خطوط المستويات القاطعة Cutting Plane Lines

وهي خطوط سميكة تتكون من شرطة طويلة ثم شرطتين قصيرتين تفصلهما فراغات صغيرة.

٦- خطوط القطع Break Lines

وهي خطوط خفيفة تتكون من جزء مستقيم مرسوم بالمسطرة يليه جزء متعرج مرسوم باليد أو خطوط سميكة متعرجة ومستمرة للقطع القصير.

الخط	إستخدامه
HEAVY	Outline of part خطوط خارجية محددة الشكل
LIGHT	Section lines خطوط مقاطع (تهشير)
MEDIUM	Hidden lines خطوط مختفية
LIGHT	Center lines محاور
$4 \frac{1}{2}$ LIGHT	Dimension and extension lines خطوط الأبعاد
HEAVY	Cutting plane lines مستويات قاطعة
HEAVY	Break lines مقاطع
LIGHT	

(شكل 1-20): أنواع الخطوط

الكتابة على الرسومات الهندسية

أ- كتابة الأرقام والحروف Lettering and Numbering

تعتبر البيانات والأبعاد من الوسائل التي لا غنى عنها لإيضاح الرسم بحيث يمكن قراءته وتنفيذه. وتكتب الحروف الأبجدية تبعاً لنسب بين ارتفاع الحرف وعرضه بحيث تظهر الكلمات والجمل المكونة من هذه الحروف واضحة مقروءة. ويراعى عند كتابة الكلمة أن يترك بين كل حرف والذي يليه مسافة نحو ربع ارتفاع الحرف. وعند كتابة جملة يترك بين كل كلمة والتي تليها مسافة تساوى ارتفاع الحرف أو أكثر قليلاً. ويوضح شكل (1-21) مجموعة حروف وأرقام مكتوبة بطريقة هندسية كما يوضح شكل (1-22) طريقة كتابة الحروف العربية بشكل هندسي.

ب- كتابة الأبعاد Basic Dimensioning

حيث أن الغرض من الرسم هو الوصف الكامل للمنشأ الهندسي بما في ذلك تحديد حجمه، لهذا يلزم كتابة الأبعاد على الرسومات حتى يمكن تنفيذها. وتكتب الأبعاد بعد الإنتهاء من عملية تشطيب الرسم finishing مع مراعاة أن تكون الأرقام المكتوبة على الرسومات هي الأبعاد الأصلية قبل الضرب في مقياس الرسم Scale.

والأمثلة التالية توضح طريقة كتابة الأبعاد في الحالات المختلفة:

١- كتابة الأبعاد على الخطوط المستقيمة Dimensions on Straight Parts

وتكتب الأبعاد كما يلي (شكل 1-23):

١- خط التحديد أو الامتداد Witness and Extension Line يرسم خط التحديد عند نهايتي الضلع المراد كتابة طوله مبتعداً عنه بمسافة 2mm تقريباً.

٢- خط البعد Dimension Line يرسم موازياً للضلع المراد كتابة طوله بحيث يبعد عنه مسافة 6mm تقريباً.

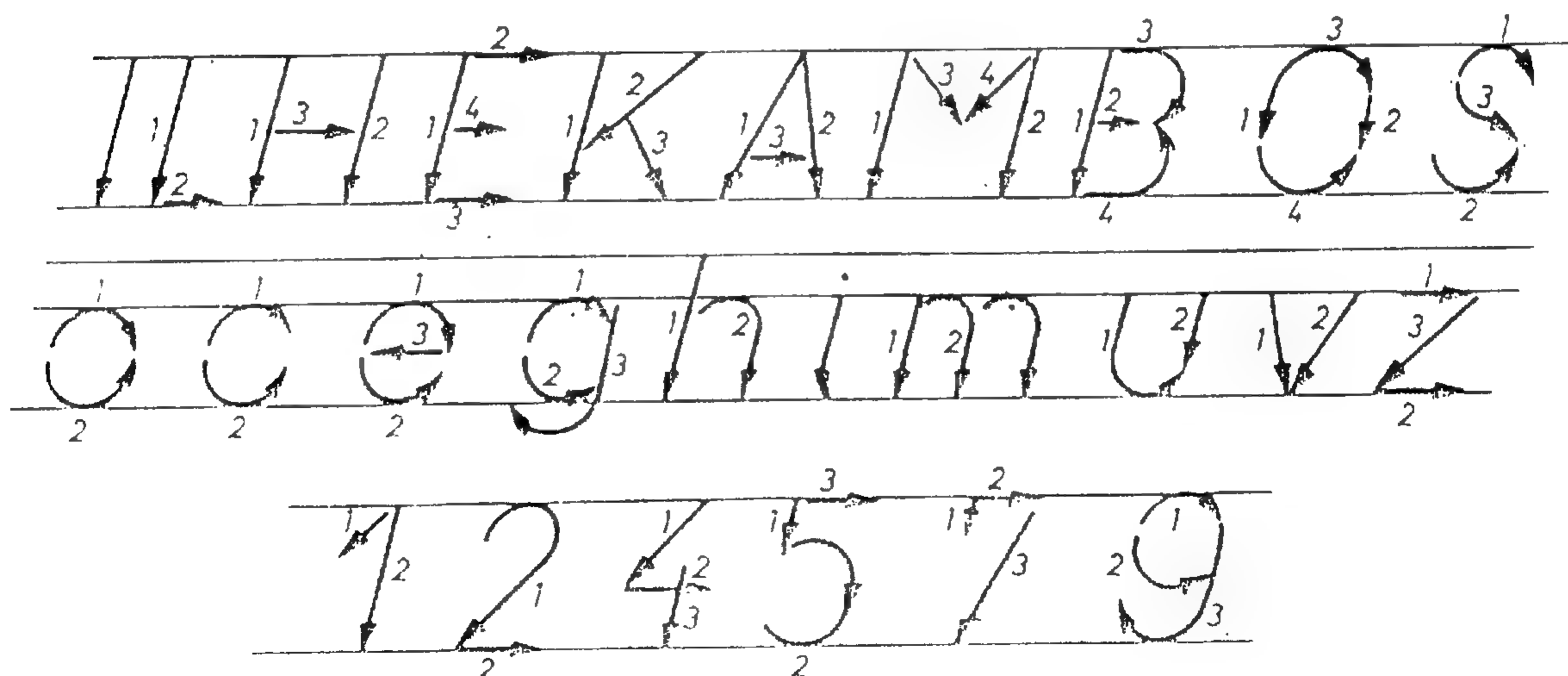
٣- رأس السهم Arrow Line يرسم في نهاية خط البعد بحيث يلامس خط التحديد تماماً.

٤- الأرقام Numbers يكتب الرقم متعامداً على خط البعد في الفراغ المتروك له.

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnop
pqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMN



شكل (21-1): مجموعة حروف وأرقام مكتوبة بطريقة هندسية

٢- كتابة الأبعاد للمسافات القصيرة Dimensions for Small Distances

يبين (شكل 1-24) بعض الأمثلة لكتابة الأبعاد للمسافات القصيرة مع ملاحظة أن حجم الرقم لا يعتمد على صغر أو كبر المسافة.

٣- كتابة الأبعاد للمسافات المتزايدة Dimensions for Increasing Widths

يبين (شكل 1-25) كيفية كتابة مثل هذه الأبعاد.

٤- كتابة البعد الكلى Overall Dimension

يبين (شكل 1-26) طريقة كتابة البعد الكلى والأجزاء المكونة له.

٥- كتابة الزوايا Dimensions of Angles

يبين (شكل 1-27) كيفية كتابة قيم الزوايا تبعاً لاختلاف مقاديرها.

٦- كتابة الأبعاد على الأجزاء المسلوكة Dimension of Sloping Parts

يبين شكل (1-28) طريقة كتابة هذه الأبعاد.

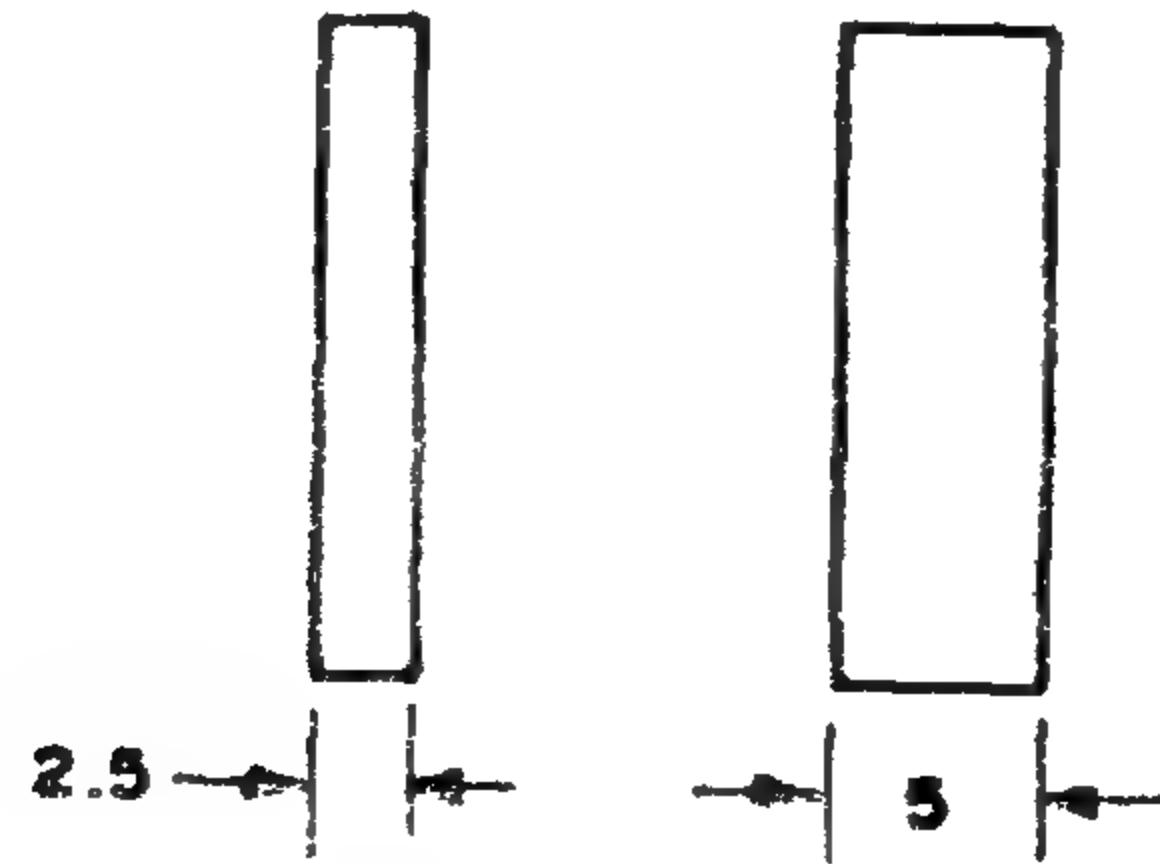
٧- كتابة الأبعاد على الدوائر Dimensions of Circles

ويوضح شكل (1-29) طريقة كتابة طول القطر للدائرة وكتابة أنصاف الأقطار

Dimensions of Radii طريقة كتابة الأبعاد التي تعبر عن أنصاف أقطار الأركان الدورانية Fillets والأقواس.

٨- كتابة الأبعاد الخاصة بالثقوب والتجاويف Dimensions of Halls and Grooves

يوضح شكل (1-30) بعض أنواع الثقوب والتجاويف وطرق كتابة أبعادها.



(شكل 1-24): بعض الأمثلة لكتابة الأبعاد للمسافات القصيرة

من أهم أهداف كتابة الأبعاد على الرسومات تحقيق الأغراض الآتية:

- ١- تحديد حجم الأجزاء المختلفة المكونة للشكل المرسوم.
- ٢- تحديد موضع كل جزء بالنسبة لبقية الأجزاء.
- ٣- يجب أن تكون الأبعاد الموزعة على المساقط الثلاثة كافية بحيث يمكن تحديد أبعاد كل مسقط.
- ٤- يجب أن تكتب على المنظور الهندسى بحيث تكون خطوط تحديدها موازية لمحاور المنظور الرئيسية الثلاثة.
- ٥- يجب تجنب تقاطع خط بعد معين مع خطوط تحديد الأبعاد الأخرى بقدر الإمكان.
- ٦- يجب كتابة الأرقام فى منتصف خط البعد إلا أنه فى حالة تقارب خطوط الأبعاد يكتب الرقم فى جانب من هذا الخط تلافياً لازدحام الأرقام.
- ٧- يمكن استعمال خطوط المحاور كخطوط لتحديد الأبعاد.

الباب الثانى

العمليات الهندسية البسيطة

Simple Geometrical Construction

طرق الرسم الهندسى هى الطرق العملية التى توصل إلى عمل الأشكال الهندسية المختلفة بدقة تامة ويجب معرفة اهم التعاريف الهندسية وما يتصل بها من اصطلاحات هندسية:

• النقطة Point

إذا عينا نقطة على الورق بالقلم الرصاص الدقيق فإنه لا يمكن اعتبارها نقطة هندسية بالمعنى الصحيح. وهى كلما صغرت كانت أقرب إلى الدلالة على النقطة الهندسية. والنقطة الهندسية لها وضع مجرد من الطول والعرض والارتفاع أى أنها ليس لها أبعاد ولكن يمكن تخيلها وتعيينها على الرسم بتقابل خطين أو قوسين مثلاً، وكلما كانت النقطة دقيقة كانت أقرب إلى النقطة الهندسية الصحيحة.

• الخط Line

إذا تصورنا تحرك النقطة الهندسية على الورق حدث ما نسميه الخط، وهو الأثر الحادث من تحرك نقطة، وله طول ووضع وليس له عرض. ومهما كان الخط دقيقاً فى الرسم فهو لا يخلو من عرض، فلا يمكن اعتباره خطاً هندسياً بالمعنى الصحيح وكلما دق هذا الخط كان أقرب إلى الخط الهندسى. وأنواع الخطوط هى:

أ- الخط المستقيم وهو أقل بعد بين نقطتين ويحدث من تحرك نقطة فى اتجاه واحد لا يتغير. وأنواع الخط المستقيم بالنسبة لأوضاعه هى:

(١) الأفقى: إذا كان موازياً لخط الأفق.

(٢) الرأسى: إذا كان عمودياً على خط الأفق.

(٣) المائل: إذا لم يكن أفقياً ولا رأسياً.

ب- الخط المنكسر ويحدث من تحرك نقطة فى اتجاهات مختلفة.

ج- الخط المنحنى مثل الخط المنكسر ويحدث من تحرك نقطة فى إتجاه يتغير على الدوام.

وقد تتقابل الخطوط فتسمى متلاقية أو يتوازي بعضها مع البعض الآخر فتسمى متوازية وهي حينئذ لا تتقابل مهما امتدت.

• الزاوية Angle

وهي الانفرج المحصور بين مستقيمين متلاقيين وكل منهما يسمى ضلع الزاوية. ونقطة تقابل الضلعين تسمى رأس الزاوية. ونقرأ الزاوية بثلاثة حروف على أن يكون حرف الرأس في الوسط مثل الزاوية AMG، وقد نقرأ بحرف الرأس M. وتكتب $M >$. وتستعمل هذه العلامة ($>$) إصطلاحاً بدلاً من كلمة زاوية، وتوضع قبل الحروف أو الحروف المكونة للزاوية كما سبق وكذا ($^{\circ}$) وتوضع فوق الحرف أو الحروف. وتستعمل هذه العلامة ($^{\circ}$) اختصاراً لكتابة كلمة درجة التي هي وحدة قياس الزوايا وتوضع فوق رقم الدرجات وأنواع الزوايا بالنسبة للانفرج المحصور بين ضلعيها هي :

أ- قائمة: مثل وهي تساوي 90° أي ربع محيط الدائرة وتحدث الزوايا القائمة عندما يتلاقى مستقيمان في نقطة بحيث تكون كل زاويتين متجاورتين من الزوايا الأربع الحادثة من تلاقي المستقيمين المذكورين وتساوي 180° . ويكون مجموع الزوايا المتقابلة بالرأس في مركز الدائرة 360° قوائم كذلك.

ب- حادة: وهي أقل من القائمة.

ج- منفرجة: وهي أكبر من القائمة.

الشكل المثلثي Triangle:

هو سطح مستو محدود بثلاثة مستقيمتين متقابلتين بعضها مع بعض مثلي مثلي، وهذه المستقيمتين تسمى أضلاع المثلث ويسمى كل من نقط التقابل رأساً للمثلث، والزوايا المحصورة بين أضلاعه تسمى زوايا المثلث. وأصطلح أن تكون العلامة Δ اختصاراً لكلمة مثلث وتوضع قبل حروفه هكذا ΔABC مثلاً. وقاعدة المثلث هي الضلع المقابل لزاوية المثلث المعتبرة رأساً له، في حين أنه يمكن اعتبار أي ضلع كقاعدة للمثلث. وأنواع المثلث بالنسبة إلى زواياه هي: قائم الزاوية، منفرج الزاوية، حاد الزاوية.

الشكل الرباعي Rectangle:

هو سطح مستوى محدود بأربعة مستقيمت متقابلة بعضها مع بعض وتسمى خطوطه الأربعة أضلاعاً كما تسمى نقط التقابل رؤوساً والمستقيم الواصل بين راسين متقابلين قطراً. وتميز الأشكال الرباعية بعضاً عن البعض الآخر بالنسبة للأضلاع والزوايا.

أ- المربع: هو ما كانت جميع أضلاعه متساوية و زوايا الأربع قوائم.

ب- المستطيل: هو ما كان فيه كل ضلعين متقابلين متساويين ومتوازيين، وزواياه الأربع قوائم.

ج- متوازي الأضلاع: كالمستطيل غير أن زواياه لا تكون قائمة، وكل زاويتين متقابلتين متساويين.

د- المعين المنتظم: كالمربع غير أن زواياه لا تكون قائمة فهو بذلك كمتوازي الأضلاع كما أن قطريه يكونان متعامدين ومتناصفين ولكنهما غير متساويين.

هـ- شبه المنحرف: هو شكل رباعي أضلاعه مختلفة الأطوال وفيه ضلعان متوازيان يسميان قاعدتيه فإن كان الضلعان غير المتوازيين متساويين سمي شبه منحرف متساوي الساقين، وإن كانت إحدى زواياه قائمة سمي منحرفاً قائم الزاوية، ويسمى الخط الموازي لقاعدتيه من منتصف الإرتفاع بالقاعدة المتوسطة لأن مقداره يساوي نصف مجموع قاعدتيه.

الدائرة Circle:

هي مستوى محاط بخط منحنى مقفل يتكون بتحريك نقطة على بعد ثابت من نقطة أخرى هي مركز الدائرة. وهذا البعد الثابت يسمى نصف القطر ويسمى الخط المنحنى المقفل محيط الدائرة. وقطر الدائرة هو مستقيم مار بمركز الدائرة وينتهي طرفاه على محيط الدائرة. ويمكن تعريف أجزاء الدائرة كالآتي:

أ- القوس: هو جزء من المحيط.

ب- الوتر: هو المستقيم الواصل بين نهايتي قوس ولا يمر بمركز الدائرة.

ج- المماس: هو المستقيم الذي يمس محيط الدائرة في نقطة واحدة وتسمى بنقطة التماس، ويكون عمودياً على نصف القطر المار بنقطة التماس هذه.

د- القطعة الدائرية: هي جزء من سطح الدائرة محصورة بين قوس ووتر.

هـ- القطاع الدائري: هي جزء من سطح الدائرة محصورة بين قوس وبين نصفى قطرين.

و- الزاوية المركزية: هي الإنفراج المحصور بين نصفى قطرين في دائرة واحدة.

ز- الزاوية المحيطية: هي التي يوجد رأسها على المحيط سواء أكان ضلعها قاطعين للمحيط أو كان أحدهما قاطعاً للمحيط والآخر مماساً له.

ح- الزاوية الخارجية: هي التي رأسها خارجة عن المحيط.

ط- الزاوية الداخلية: هي التي رأسها بين المركز والمحيط.

ي- الدوائر المركزية: هي التي تشترك في المركز وتختلف في أنصاف الأقطار.

ك- الدائرتان المتماستان: هما اللتان اشترك محيطاهما في نقطة واحدة سواء أكانت من الخارج أو الداخل، ويلاحظ أن نقطة التماس تكون على مستقيم واحد ماراً بالمركز.

ل- الدائرتان المتقاطعتان: هما اللتان اشترك محيطاهما في نقطتين ويلاحظ أن يكون المستقيم الواصل بين نقطتي التقاطع والمستقيم الواصل بين المركزين متعامدين والثاني بنصف الأول.

1- العمليات الهندسية على الخط المستقيم

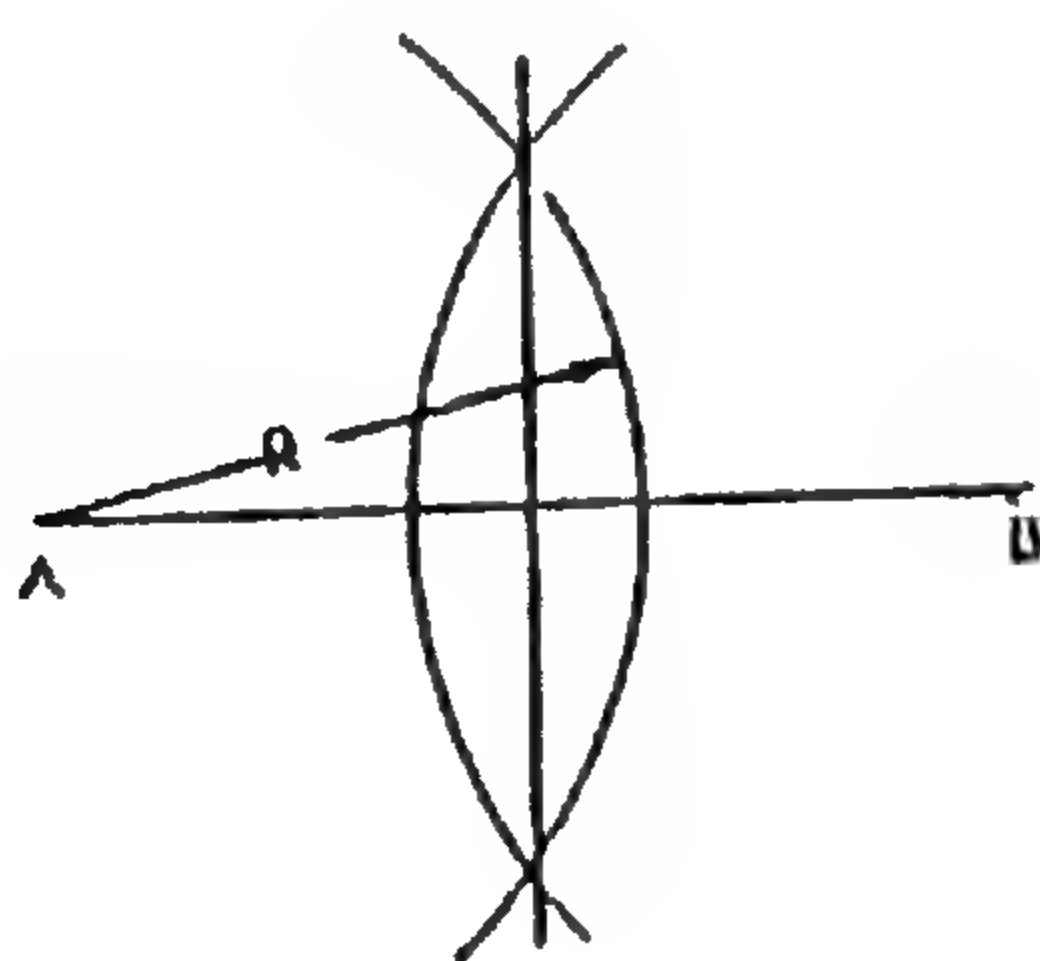
- طريقة تنصيف مستقيم

إذا كان AB مستقيم معلوم ومطلوب تصنيف هذا المستقيم المعلوم (شكل 1-2).

العمل:- أركز في A ، وبفتحة أكبر من نصف المستقيم المعلوم أرسم قوسين على جانبي المستقيم

- أركز في B وبنفس الفتحة أقطع القوس الأول في D ، والثاني في C .

- صل CD فيقطع المستقيم AB في M وتكون M هي نقطة التصنيف المطلوبة.



(شكل 1-2)

- طريقة إقامة عمود على مستقيم من نقطة معلومة عليه.

إذا كانت النقطة A معلومة على مستقيم والمطلوب إقامة عمود على المستقيم المعلوم من

النقطة A (شكل 2-2).

العمل: - إرکز فی نقطة A وبنصف قطر مناسب عین النقطتين B.C على المستقیم

- إرکز فی B وبنصف قطر اطول من AB بمقدار مناسب إرسم قوسا

- وبنفس الفتحة إرکز فی C وارسم قوسا آخر یقطع القوس الأول فی D

- صل DA فیکون هو العمود المطلوب.

(شکل 2-2)

- طريقة تقسیم مستقیم معلوم إلى أى عدد من الأقسام المتساوية

یوضح (شکل 3-2) طريقة تقسیم مستقیم معلوم إلى أى عدد من الأقسام المتساوية. المستقیم

AB مطلوب تقسیمه إلى ثمانية أقسام متساوية .

العمل:

- ارسم من إحدى نهايتی المستقیم AB ولتكن A مستقيما AC یصنع معه زاوية ما

-خذ بالفرجار على هذا المستقیم مبتدئا من A ثمانية أبعاد متساوية بأى طول مناسب ،

- صل CB وارسم من نقط التقسیم الآخر موازيات له بالمثلث والمسطرة وبذلك یقسم AB إلى

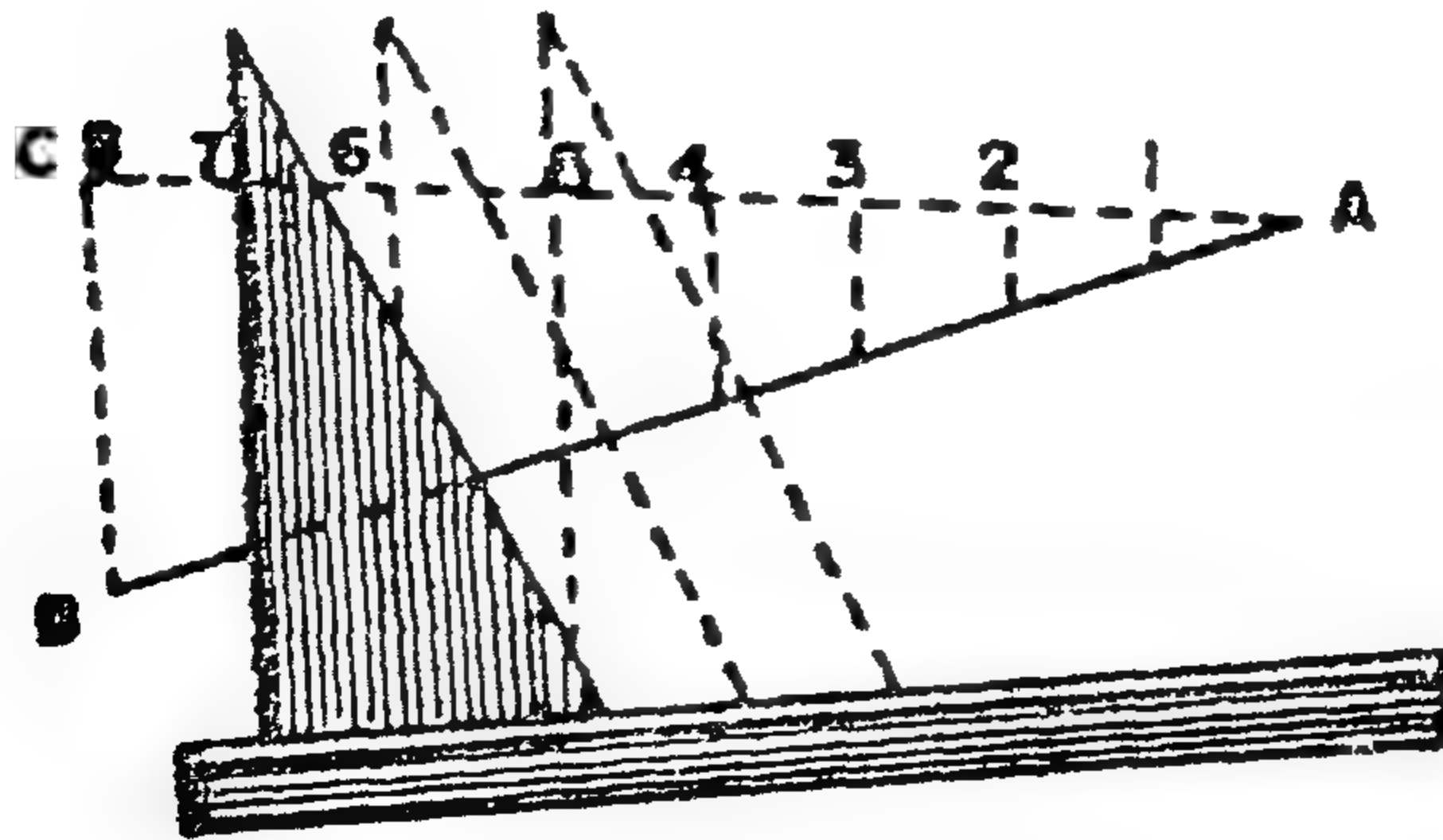
ثمانية أقسام متساوية .

- لكي ترسم الموازيات بالمسطرة والمثلث طبق ضلع المثلث على المستقیم BC ثم طبق

المسطرة على الضلع الثانى للمثلث وعندئذ ثبت المسطرة فى مكانها وحرك المثلث بالانزلاق

على حافتها حتى إذا ما وصلت حافته إلى واحدة من نقط التقسیم ارسم على حافته مستقيما

تقطع AB.



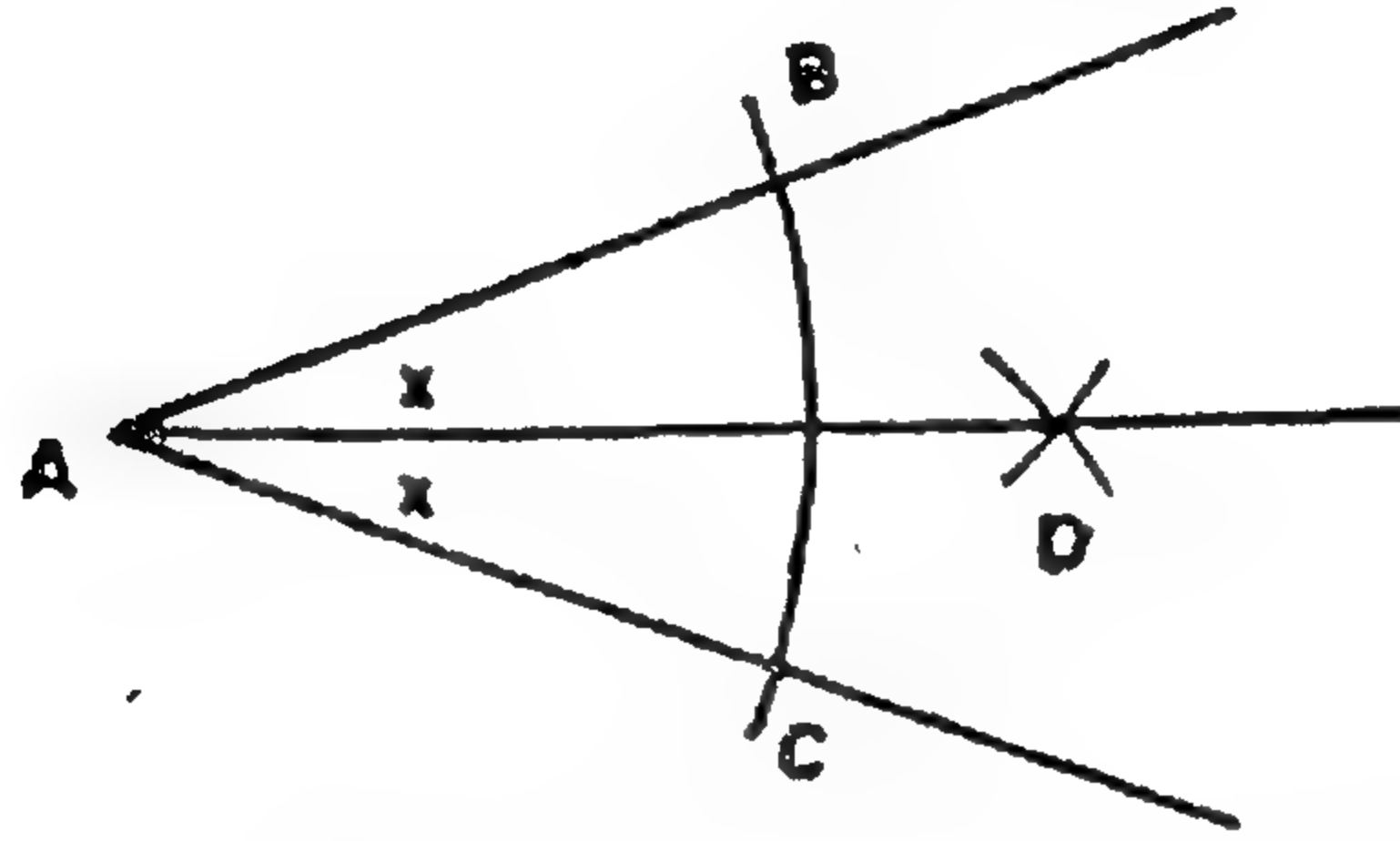
شکل (3-2)

2-العمليات الهندسية على الزوايا

- طريقة تنصيف زاوية معلومة

يوضح (شكل 2-4) طريقة تنصيف زاوية معلومة . فالزاوية BAC معلومة والمطلوب تنصيفها.

- العمل: - إرکز فی نقطة A وارسم قوسا يقطع ضلعي الزاوية في B, C
- إرکز فی كل من B, C وبفتحة مناسبة إرسم قوسين آخرين يتقاطعان في D
- ويكون المستقيم AD هو المنصف المطلوب للزاوية

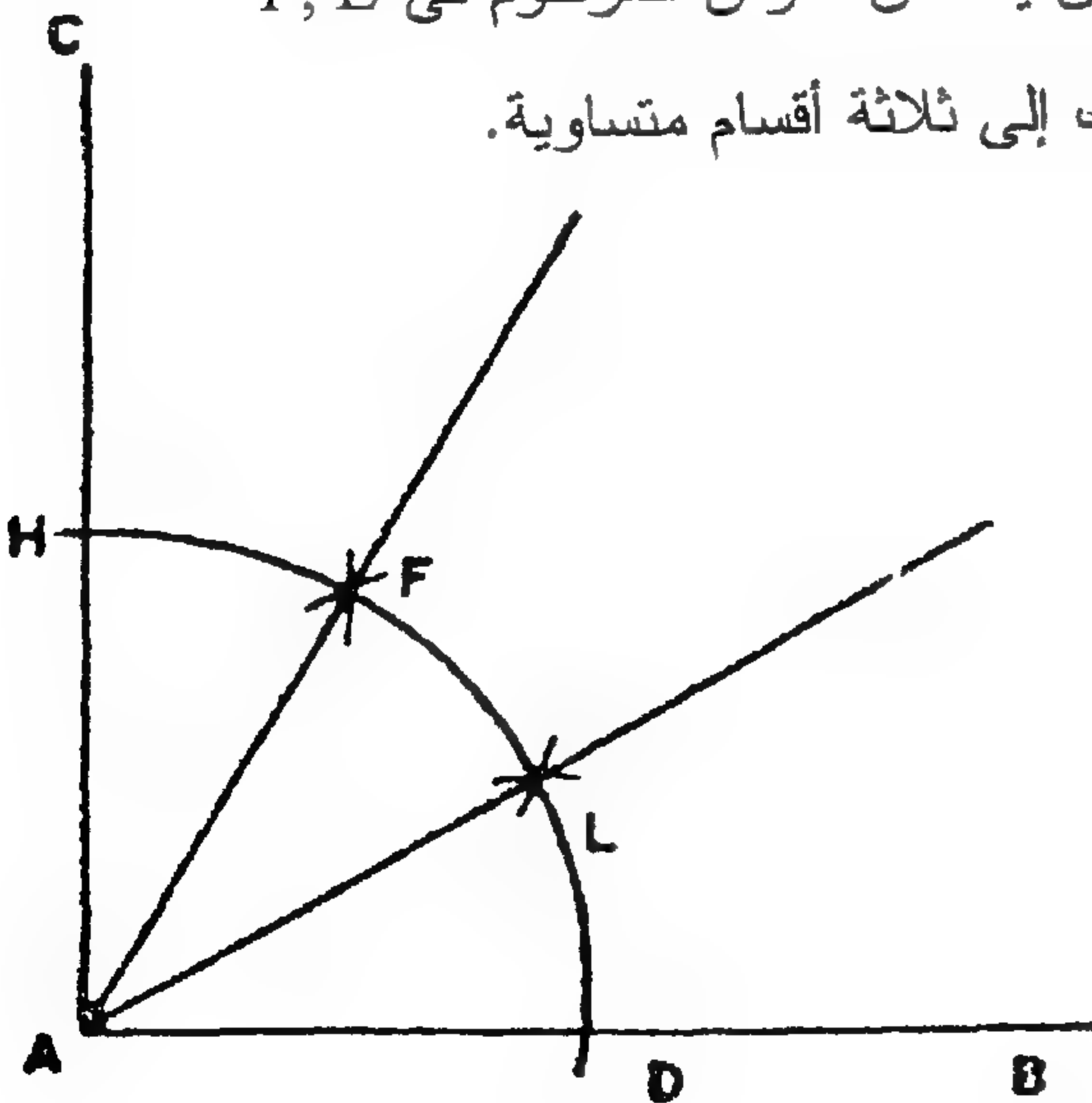


شكل (2-4): طريقة تنصيف زاوية معلومة

- طريقة تقسيم الزاوية القائمة إلى ثلاثة أقسام متساوية

يوضح (شكل 2-5) كيفية تقسيم الزاوية القائمة إلى ثلاثة أقسام متساوية . الزاوية BAC القائمة والمطلوب تقسيمها إلى ثلاثة أقسام متساوية .

- العمل: - نرکز عند نقطة A وبفتحة مناسبة نرسم قوسا يقطع AB في D و AC في H
- إرکز فی كل من D, H وبالفتحة نفسها إرسم قوسين يقطعان القوس المرسوم في F, L
- صل AF , AL فتنقسم الزاوية القائمة بذلك إلى ثلاثة أقسام متساوية.



شكل (2-5): طريقة تقسيم الزاوية القائمة إلى ثلاثة أقسام متساوية

3-العمليات الهندسية على المثلثات

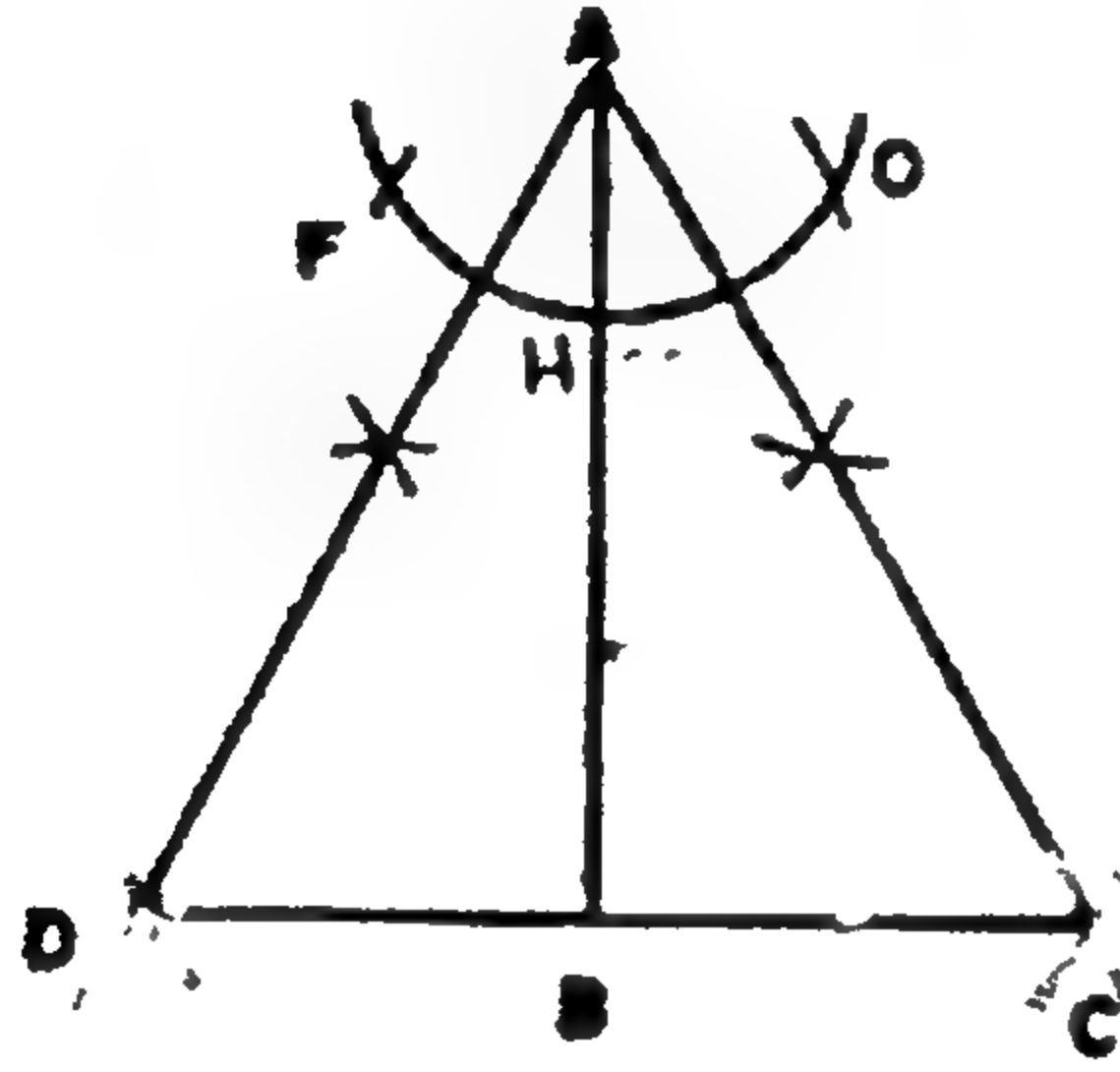
- طريقة رسم مثلث متساوي الأضلاع معلوم ارتفاعه

يوضح (شكل 2-6) طريقة رسم مثلث متساوي الأضلاع معلوم ارتفاعه .

فإذا كان طول الارتفاع معلوم AB والمطلوب رسم مثلث متساوي الأضلاع يكون AB هو ارتفاعه.

العمل : - ارسم عمودا على AB من نقطة B ثم إرکز في A وبفتحة مناسبة ارسم قوسا يقطع AB في H

- إرکز في H وبالفتحة نفسها أقطع القوس المرسوم في O, F . نصف كل من القوسين OH, HF بمستقيمين يقطعان العمود السابق رسمه على AB من نقطة B في D, C فيكون ACD هو المثلث المطلوب.



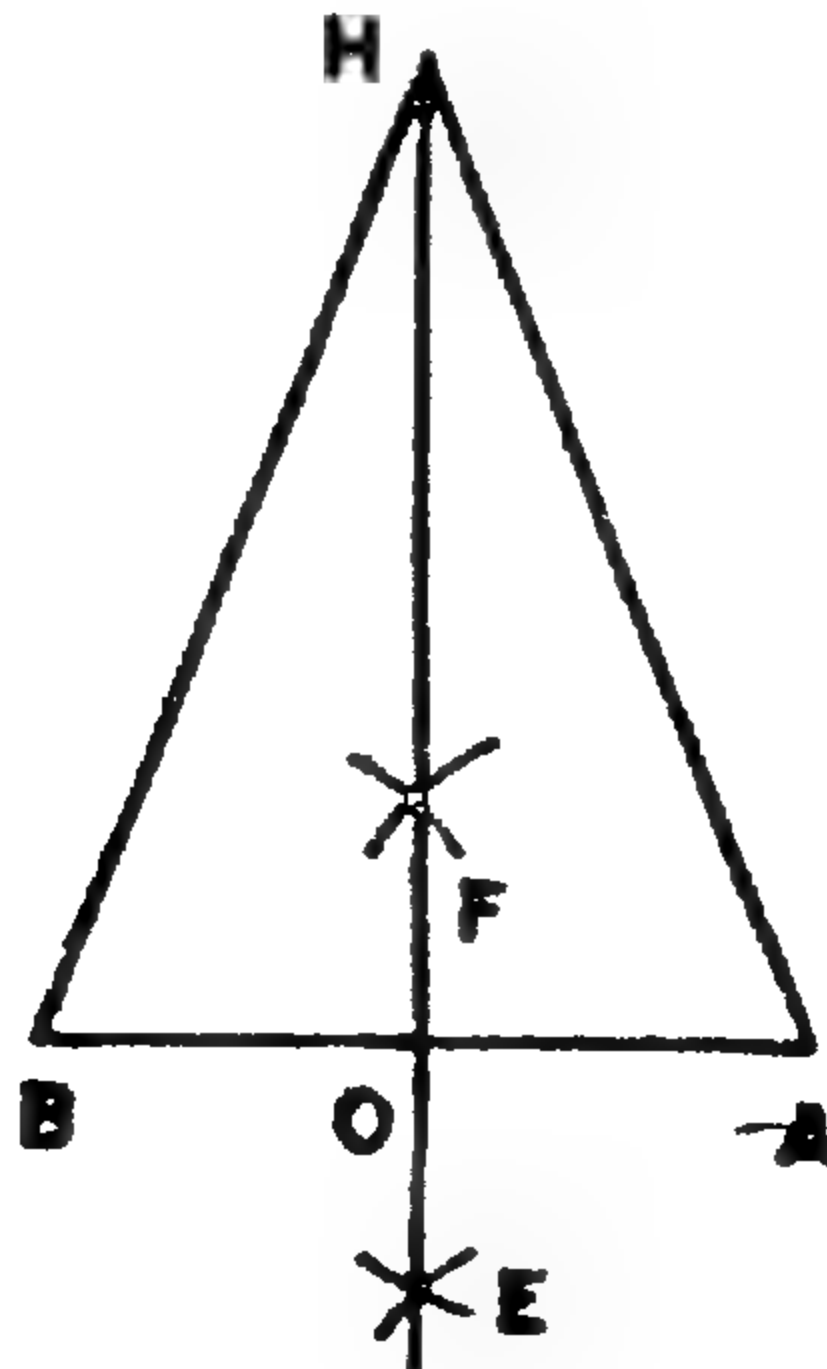
(شكل 2-6)

- طريقة رسم مثلث متساوي الساقين معلوم طول قاعدته وارتفاعه

يوضح (شكل 2-7) طريقة رسم مثلث متساوي الساقين معلوم طول قاعدته وارتفاعه.

- AB طول القاعدة المعلومة والارتفاع معلوم والمطلوب رسم مثلث متساوي الساقين.

العمل : نصف القاعدة AB في O نمد OF على استقامة وبفتحة تساوي الارتفاع نرکز في O ونحدد البعد OH . صل HA و HB تحصل على المثلث HAB المطلوب.



(شكل 2-7)

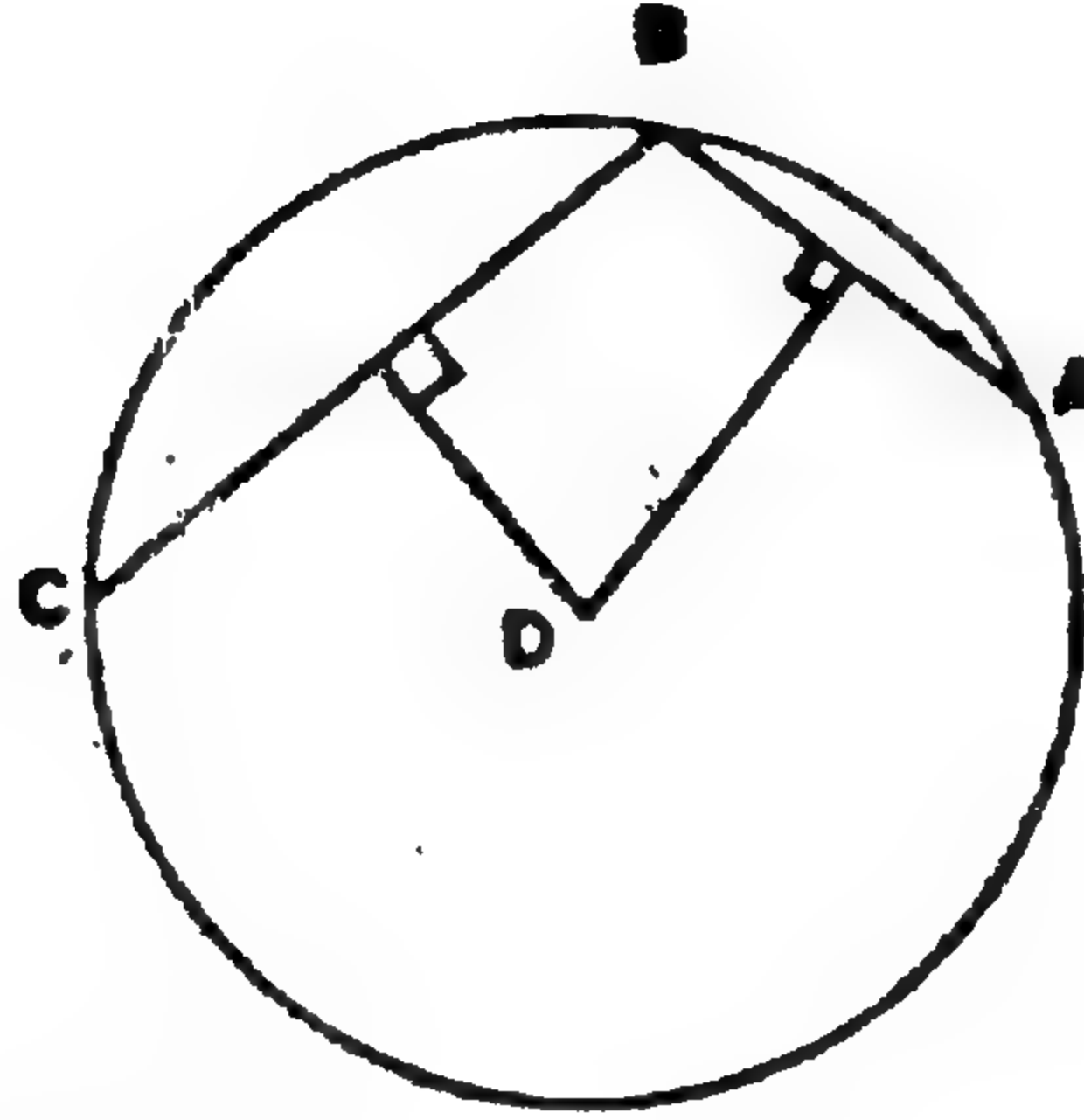
4-العمليات الهندسية على الدوائر

- طريقة إيجاد مركز الدائرة

يوضح (شكل 2-8) طريقة إيجاد مركز الدائرة.

إذا كانت لديك دائرة ما والمطلوب إيجاد مركزها M .

العمل: ترسم وترين غير متوازيين AB , BC في الدائرة ثم أقم عمودين عند منتصفها وتكون نقطة تقاطع العمودين هي مركز الدائرة M .



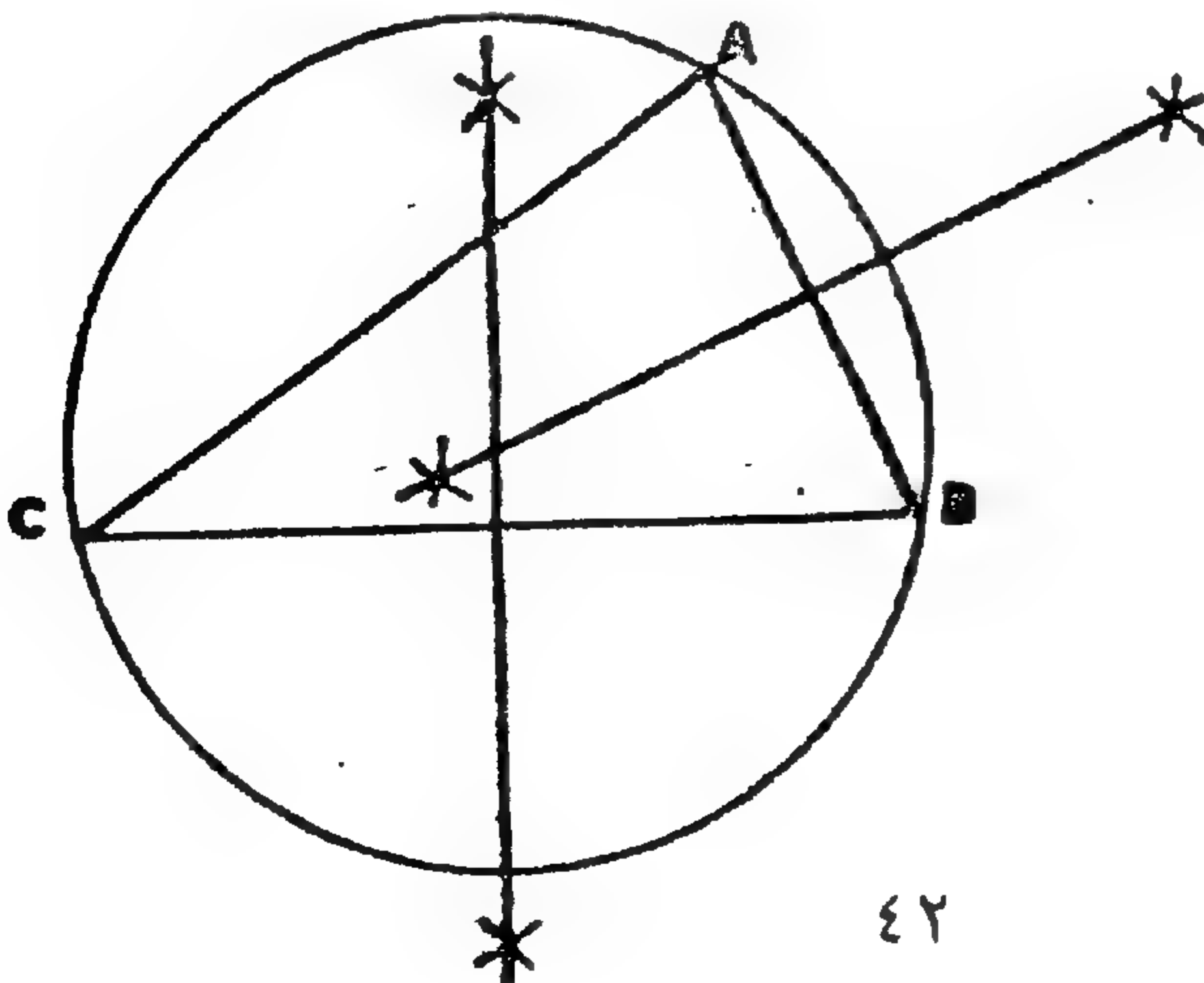
(شكل 2-8) : طريقة إيجاد مركز الدائرة.

- طريقة رسم دائرة تمر برؤوس مثلث معلوم

يوضح (شكل 2-9) طريقة رسم دائرة تمر برؤوس مثلث معلوم. إذا كان المثلث ABC

معلوماً والمطلوب رسم دائرة تمر بالرؤوس A, B, C .

العمل: تنصف أي ضلعين من أضلاع المثلث ABC بعمودين وتكون نقطة تقاطع العمودين هي مركز الدائرة المطلوبة D ومن نقطة D ارسم الدائرة التي نصف قطرها DA .



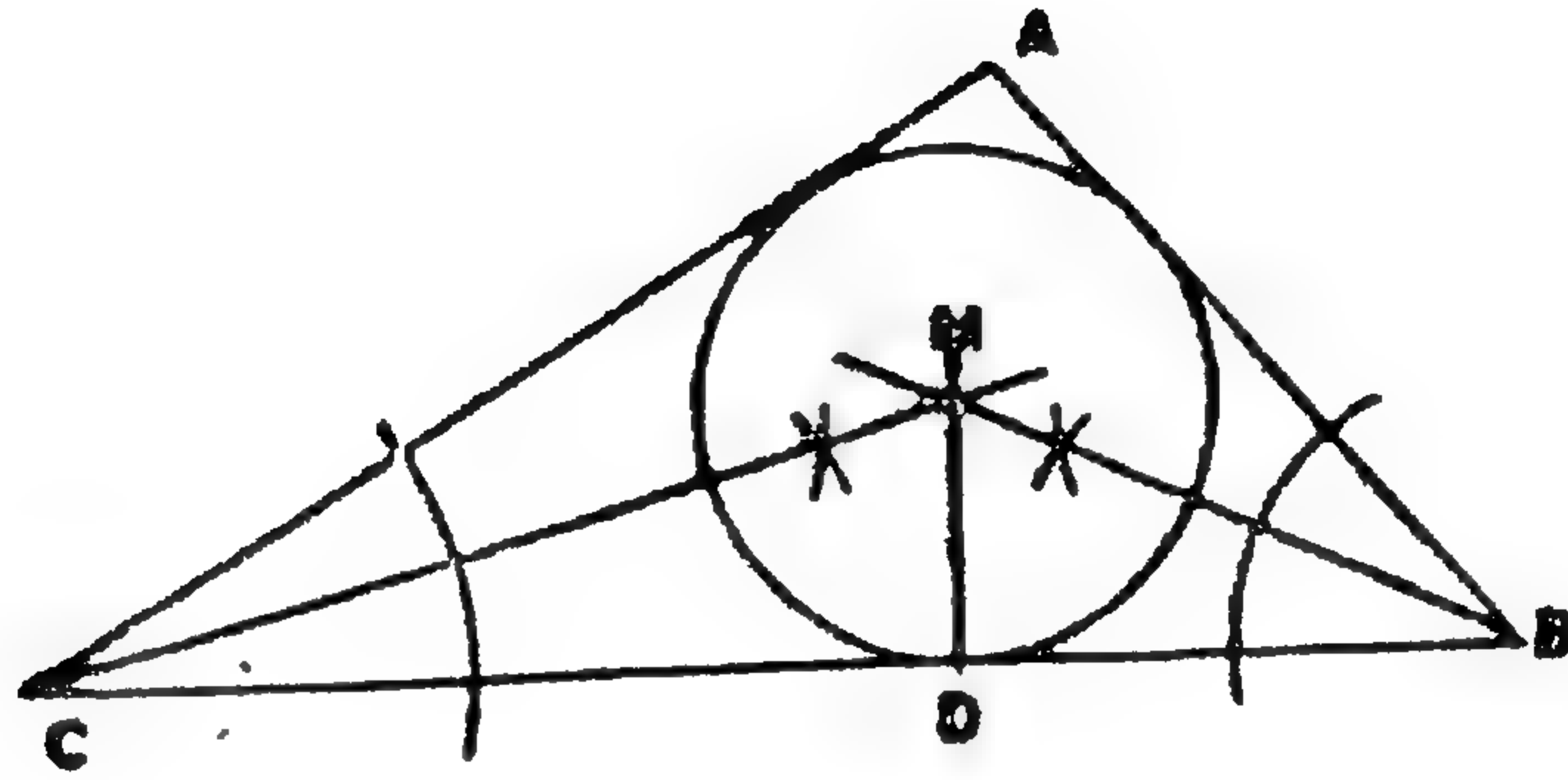
(شكل 2-9) : طريقة رسم دائرة

تمر برؤوس مثلث معلوم

- طريقة رسم دائرة داخل مثلث معلوم

يوضح (شكل 2-10) طريقة رسم دائرة داخل مثلث معلوم. إذا كان المثلث ABC معلوماً والمطلوب رسم دائرة داخل هذا المثلث.

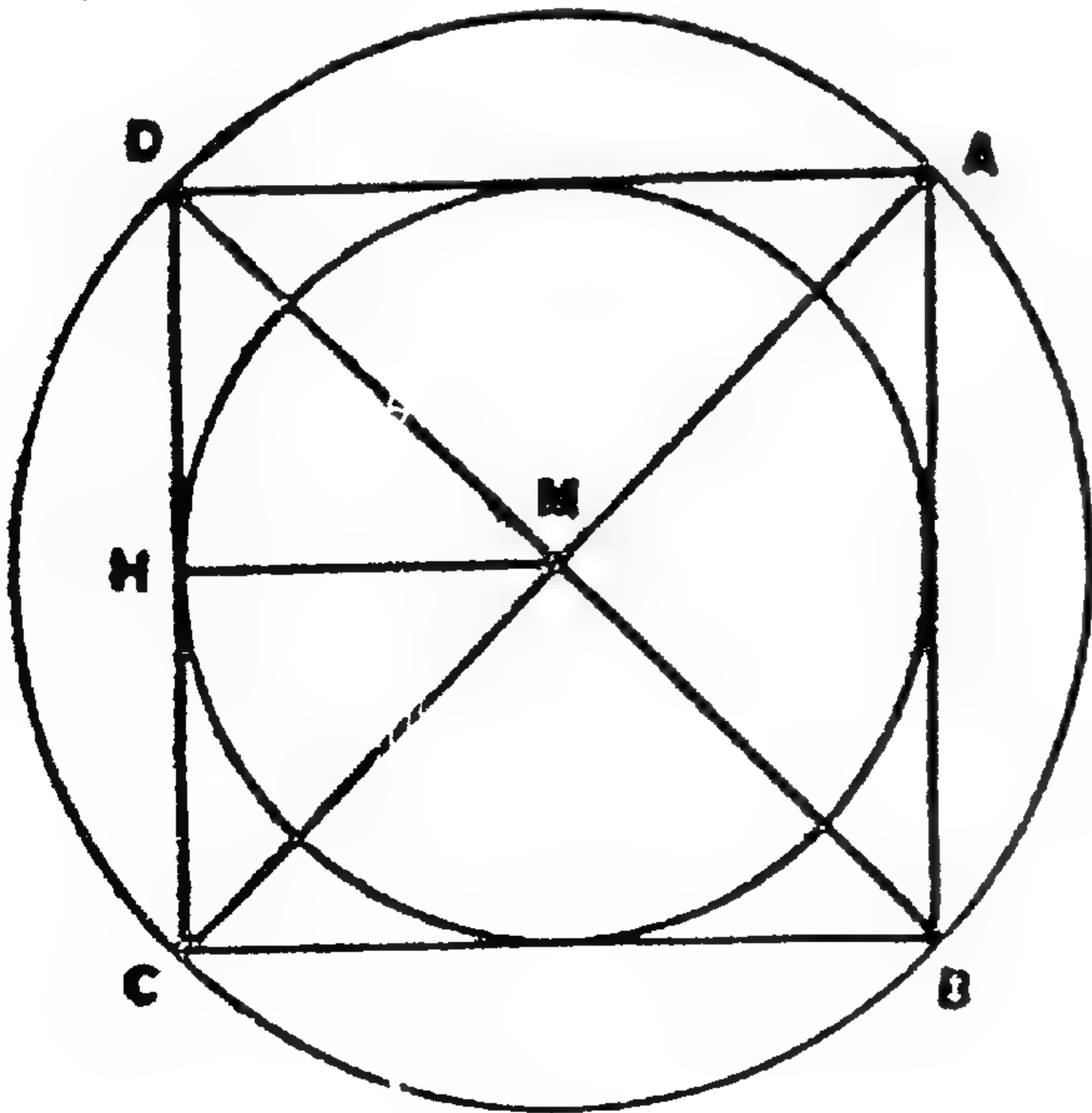
العمل: نتصف أى زاويتين من زوايا المثلث المعلوم وتكون نقطة تقاطع هذين المنصفين هى مركز الدائرة المطلوبة. أسقط MD عموداً على أحد أضلاع المثلث. ثم إركز فى M وبفتحة تساوى MD ارسم الدائرة المطلوبة.



شكل (2-10): طريقة رسم دائرة داخل مثلث معلوم

- طريقة رسم دائرة داخل مربع ودائرة أخرى تمر برؤوسه

المربع $ABCD$ المعلوم والمطلوب رسم دائرة داخل هذا المربع ودائرة أخرى تمر برؤوسه **العمل:** وصل القطرين فتكون نقطة تقابلتهما هى مركز كل من الدائرتين. ارسم MH عمودى على CD ثم إركز فى M وبنصف قطر MH ارسم الدائرة الداخلة. ثم إركز فى M ارسم الدائرة المارة برؤوس المربع.



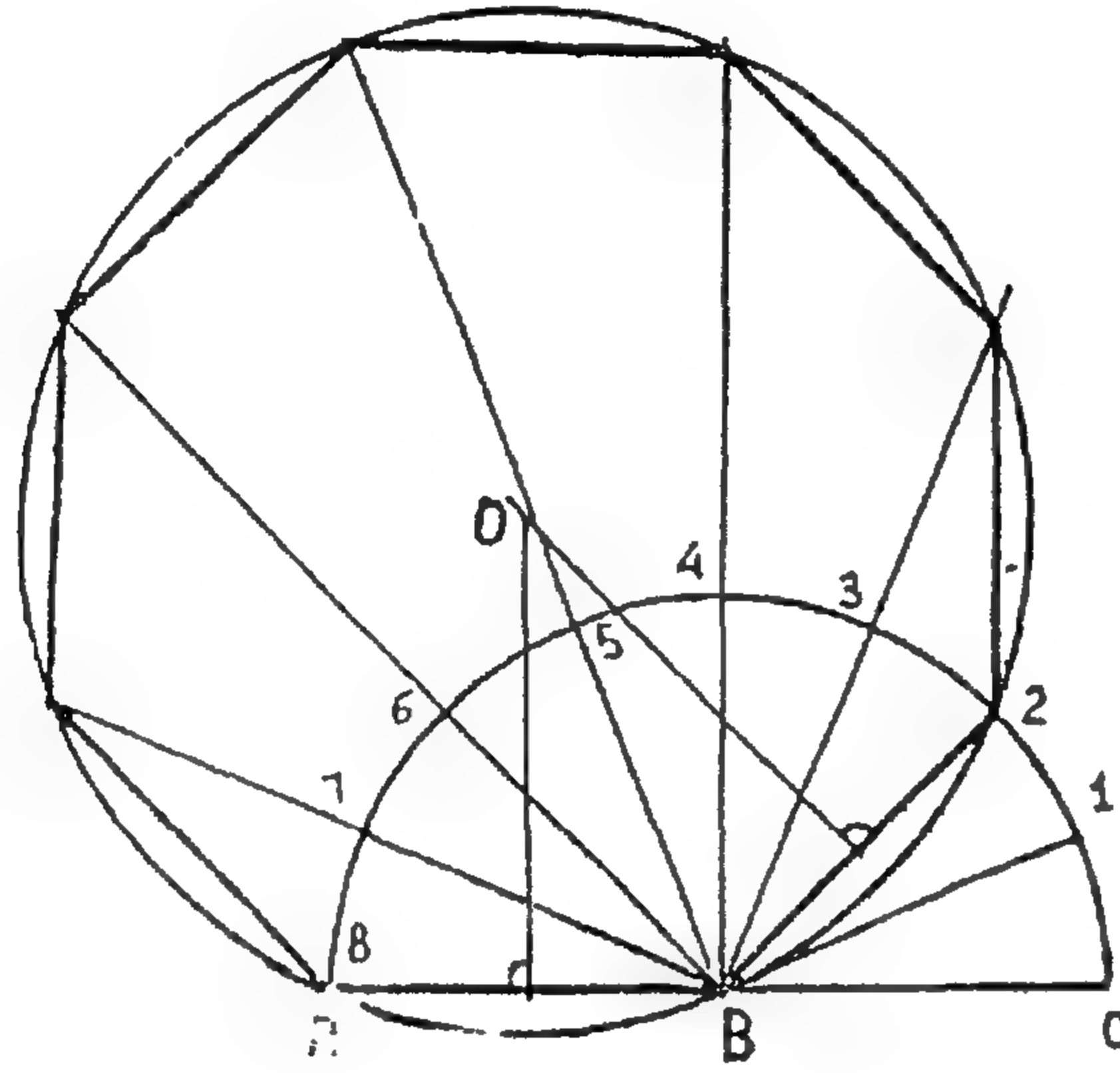
شكل (2-11): طريقة رسم دائرة داخل مربع ودائرة أخرى تمر برؤوسه

رسم أى مضلع منتظم بمعلومية طول ضلعه:

العمل: هناك طريقتان

الطريقة الأولى

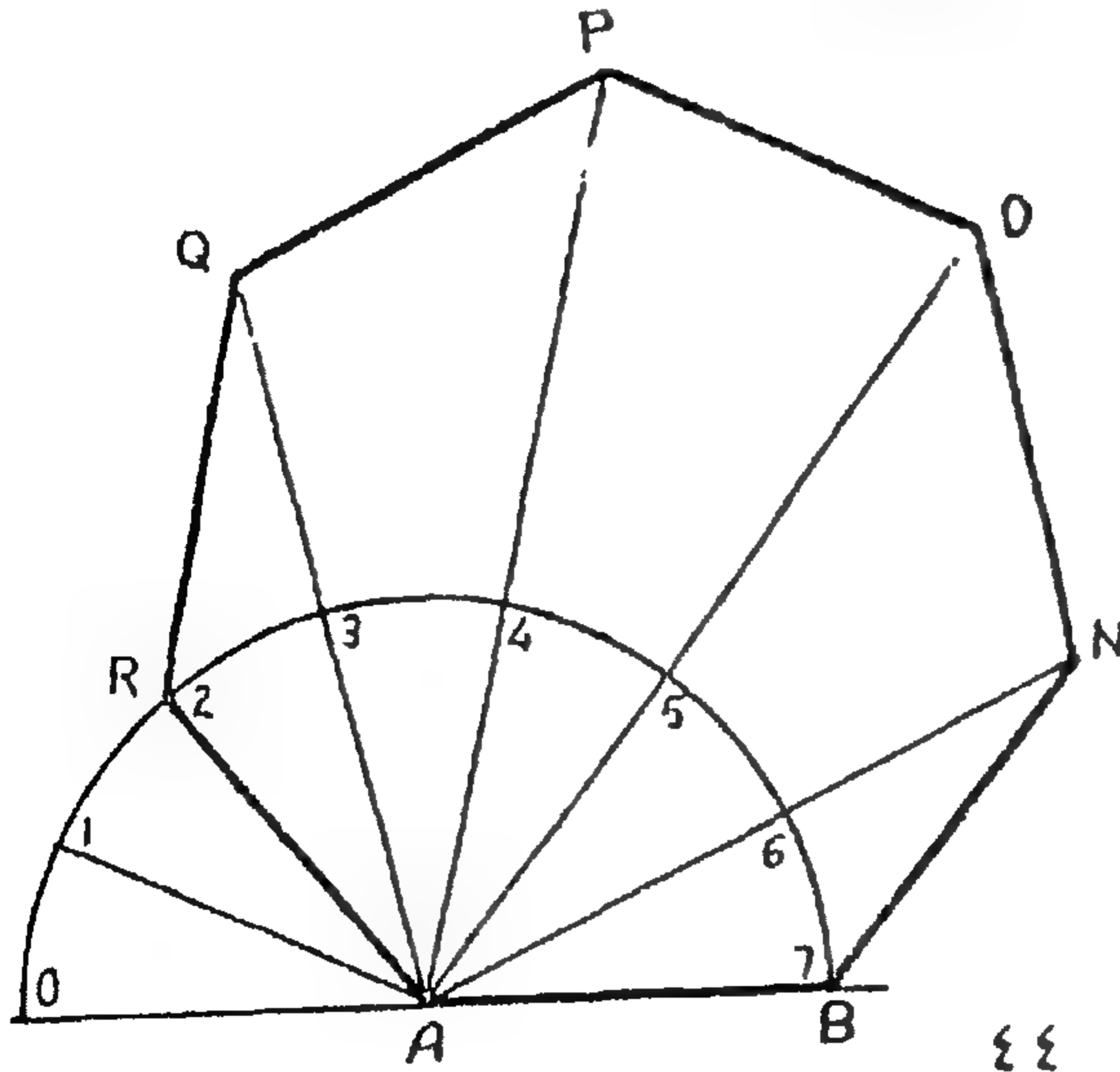
يوضح شكل (2-12) طريقة رسم مضلع وليكن ثمانى الشكل بمعلومية طول ضلعه AB وتتخلص الطريقة فى رسم نصف دائرة مركزها B ونصف قطرها يساوى طول الضلع ثم تقسم نصف الدائرة إلى ثمانية أقسام متساوية (عدد أضلاع الشكل) ونصل نقطة B بنقطة التقسيم الثانية (2) فيكون B2 هو الضلع الثانى. ترسم الدائرة التى نمر بالرؤوس الثلاثة 2, B, A فتكون هذه الدائرة هى المارة برؤوس الشكل وبهذا يمكن تعيين باقى الرؤوس عليها بأن نركز فى 2 وبفتحة تساوى طول الضلع تقطعها فى الرأس التالية وهكذا.



شكل (2-12):
طريقة رسم مضلع

الطريقة الثانية:

وهى مشابهة للطريقة الأولى مع عدم لزوم رسم الدائرة المارة برؤوس المضلع ويوضح شكل (2-13) طريقة رسم شكل سباعى منتظم فبعد رسم نصف الدائرة وتقسيمها إلى سبعة أجزاء متساوية نركز فى (2) وبفتحة تساوى ضلع المضلع تقطع الشعاع A3 فى الرأس Q ثم نركز فى Q ونقطع الشعاع A4 فى P وهكذا.



شكل (2-13): طريقة رسم
شكل سباعى منتظم

العمليات الهندسية الخاصة بالمماسات والإقواس

- طريقة رسم مماس لدائرة من نقطة خارجها معلومة.

يوضح (شكل 2-14) طريقة رسم مماس لدائرة من نقطة خارجها معلومة.

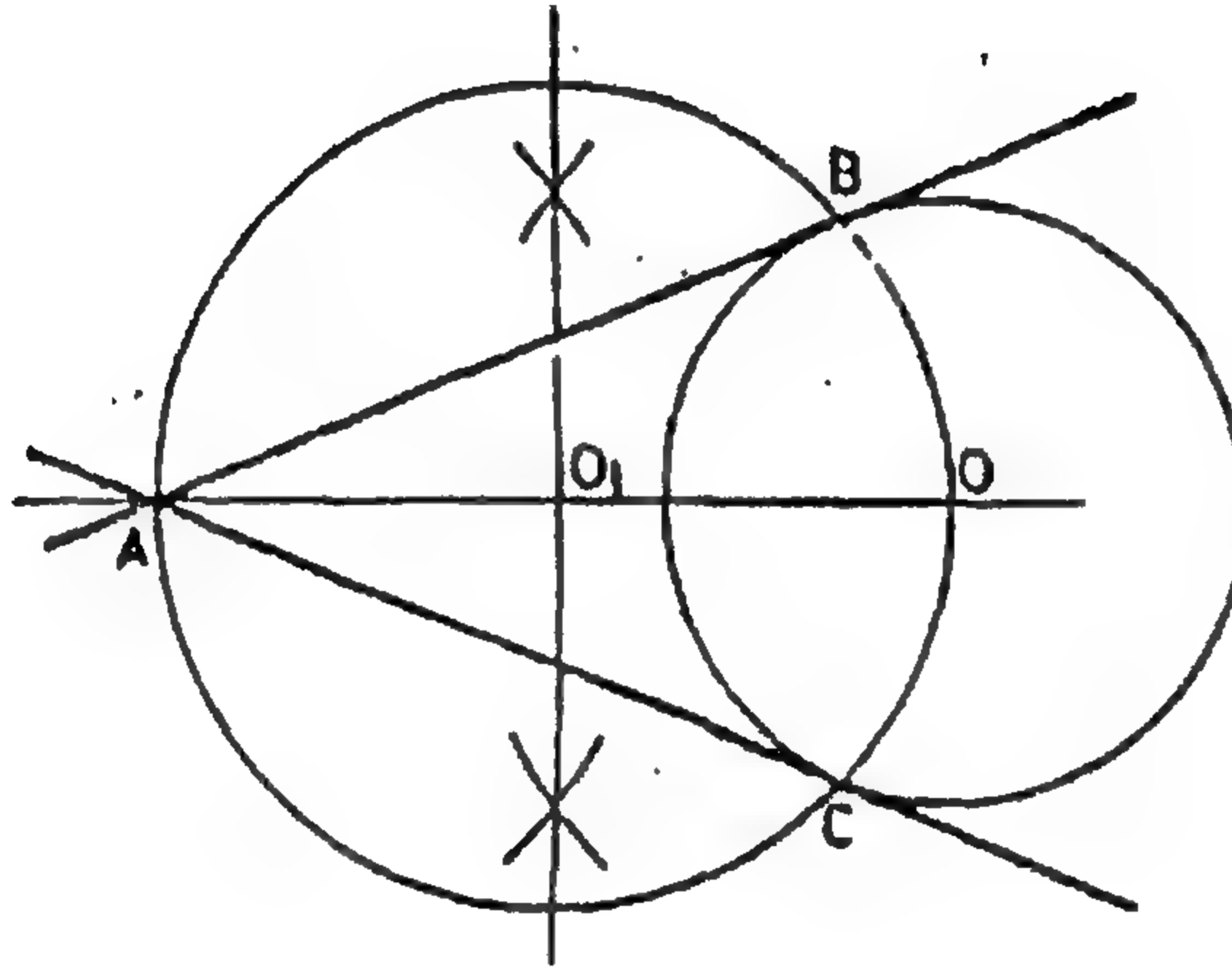
المعلوم : دائرة O ونقطة A خارجها .

والمطلوب: رسم مماس من A للدائرة O

العمل: صل الخط AO ونصفه في نقطة O_1 وبفتحة البرجل AO_1 إرکز عند O_1 وارسم دائرة

تقطع الدائرة المعلوم في نقطتين B, C هما نقطتي التماس لمطلوبتين . وصل AB و AC

فيكون هو المماسين المطلوبين.



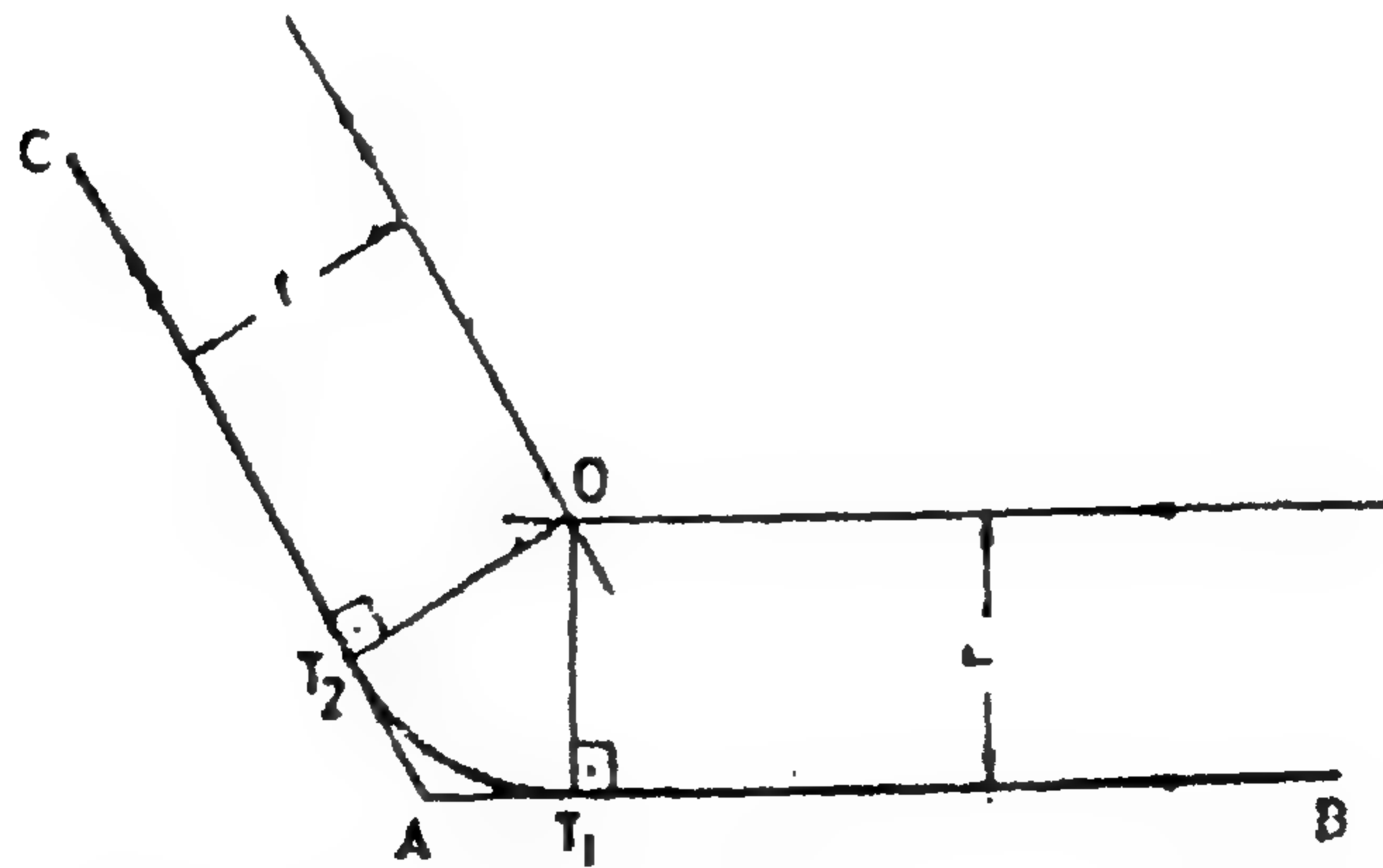
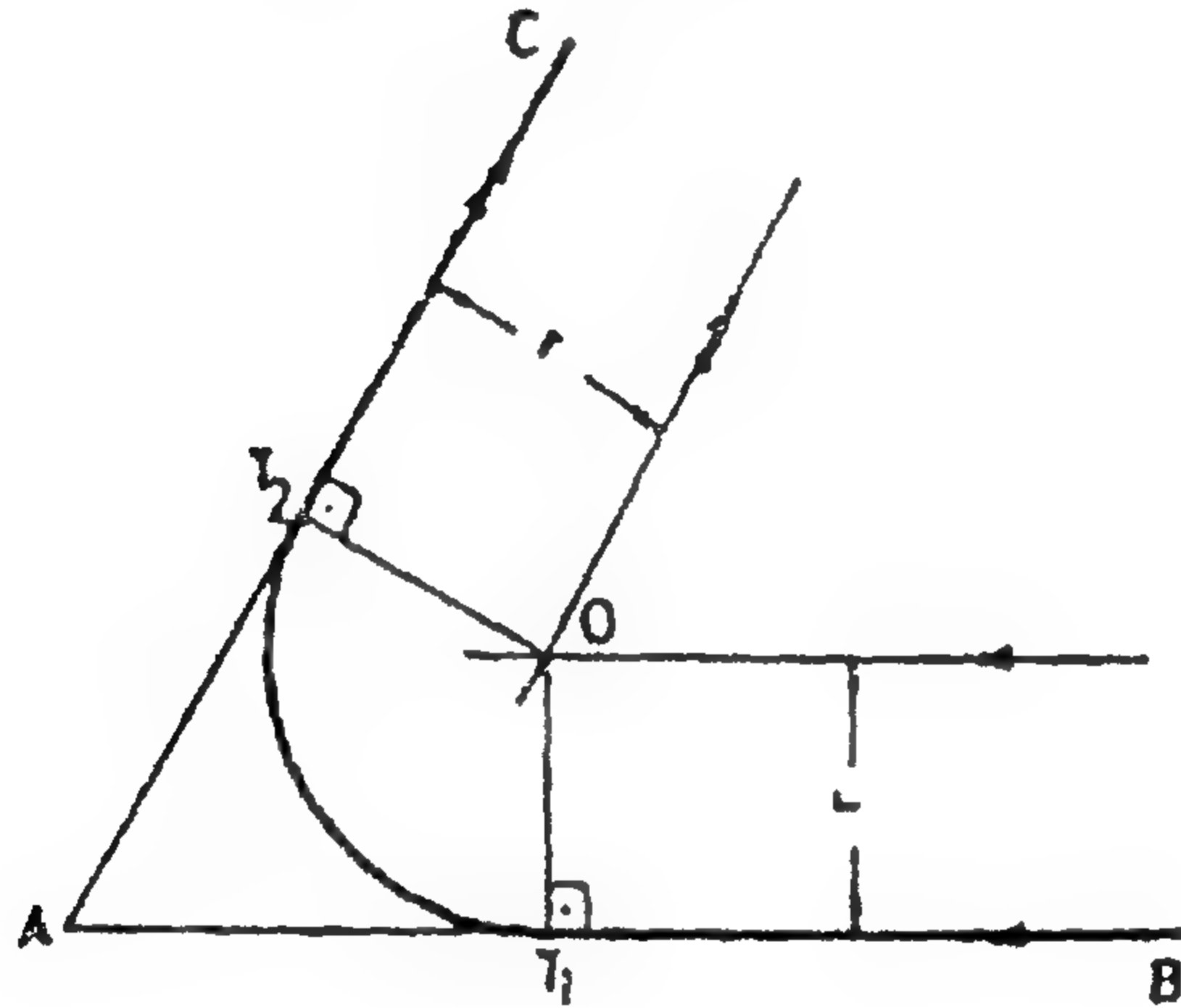
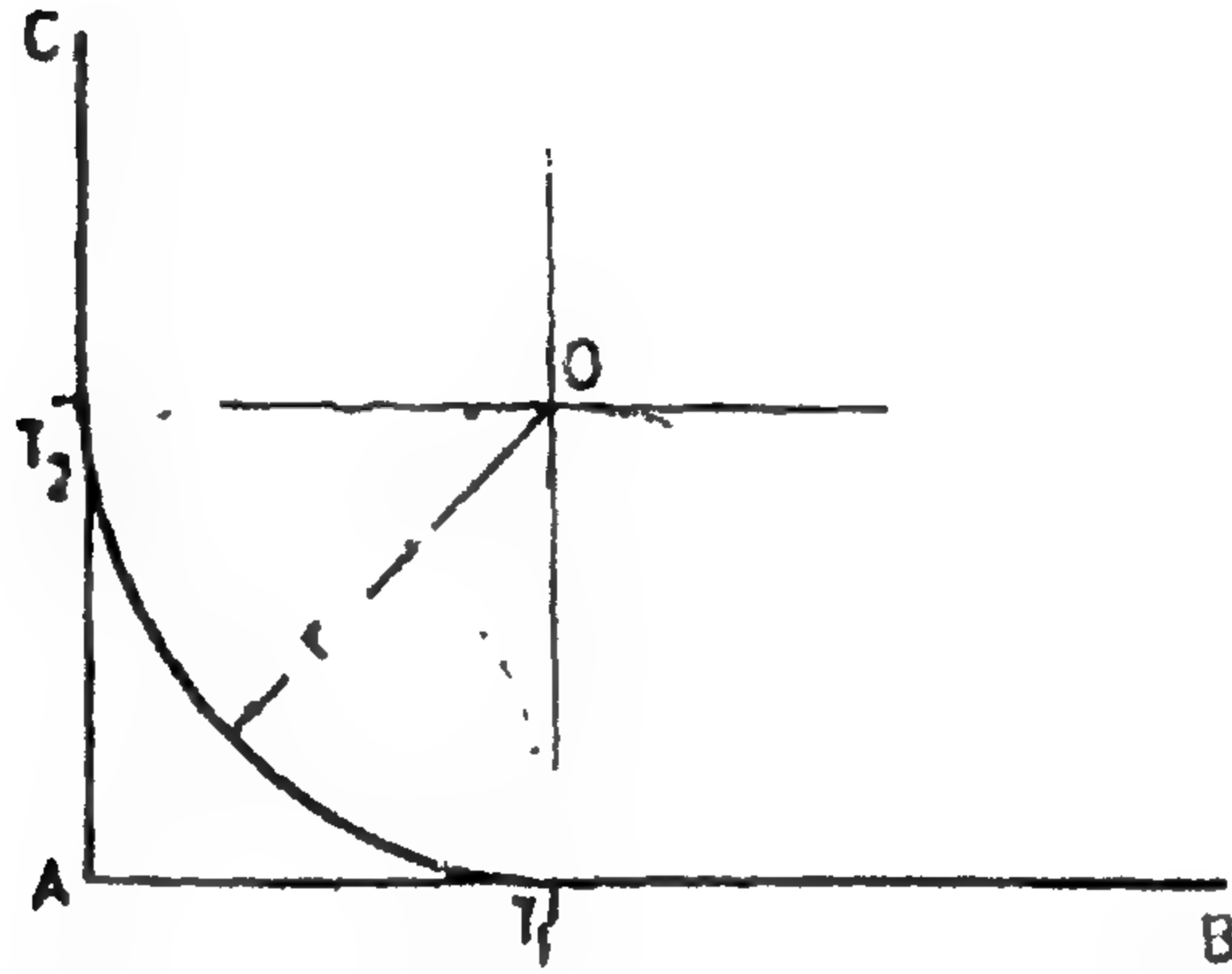
(شكل 2-14) طريقة رسم مماس لدائرة من نقطة خارجها معلومة.

رسم الأركان الدوارنية Fillets

الركن الدوراني هو قوس دائري يمس مستقيمين معلومين وله نصف قطر معين، لذا تعتبر الخطوة الأساسية هي تعيين مركز هذا القوس. وبما أن المحل الهندسي لنقطة تتحرك بحيث تكون على بعد ثابت من مستقيم ثابت هو مستقيم يوازي هذا المستقيم وعلى بعد منه يساوي البعد الثابت. فلرسم الركن الدوراني في أي حالة من الحالات الثلاثة (زاوية حادة - منفرجة - قائمة) المبينة بشكل (2-15) .

العمل:

ارسم مستقيماً موازياً للمستقيم AB وعلى بعد يساوى نصف قطر الركن الدوراني R . ثم ارسم مستقيماً آخر يوازي المستقيم AC وعلى بعد R . وتكون نقطة تقاطع المستقيمين المتوازيين O هي مركز الركن الدوراني، ولكن قبل رسمه لا بد من تحديد نقط تماسه مع المستقيمين AB , AC وذلك بإسقاط أعمدة من المركز O على كل من هذين المستقيمين. ثم إركز في المركز O وبفتحة تساوى R ارسم قوس من دائرة بين نقطتي التماس.



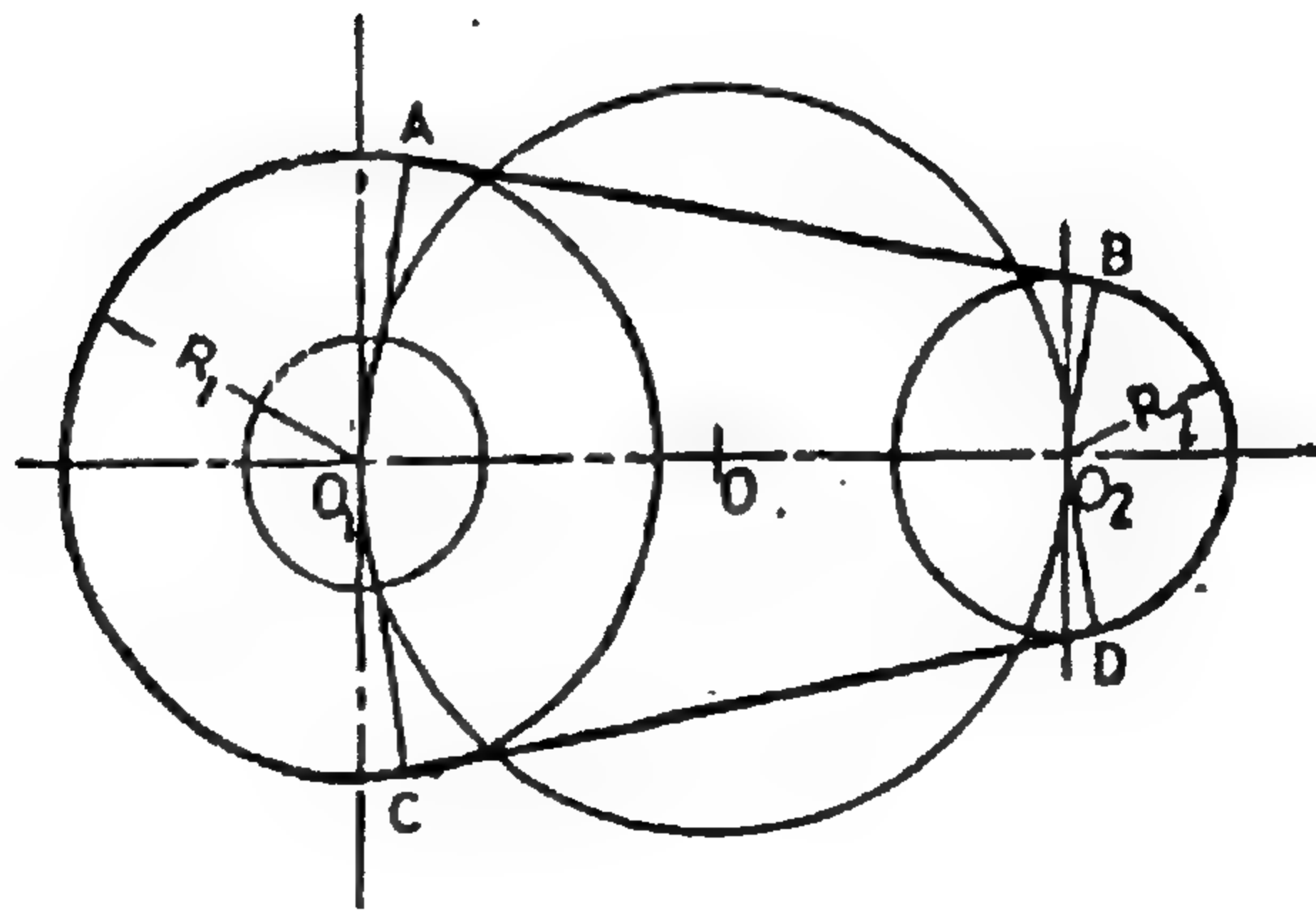
شكل (2-15): رسم الأركان الدوارنية Fillets

- طريقة رسم مماس من الخارج لدائرتين معلومتين (السير المفتوح Open Belt)

دائرتان معلومتان مركزيهما O_1 , O_2 ونصف قطرها R_1 , R_2 والمسافة بينهما O_1O_2 معلومة (شكل 2-16) والمطلوب رسم مماس لهما من الخارج.

العمل:

- صل المركزين O_1 , O_2 وارسم على O_1O_2 دائرة قطرها O_1O_2 .
- إرکز فی مرکز الدائرة الكبرى ونصف قطر يساوى الفرق بين نصفي قطر الدائرتين المعلومتين ارسم دائرة تقطع الدائرة المرسومة على O_1O_2 في نقطتين .
- وصل مركز الدائرة الكبرى بنقطتي التقاطع السابقتين ومد هذين المستقيمين ليقطعا الدائرة في نقطتين A , C .
- ارسم من مركز الدائرة الصغرى مستقيما موازيا للمستقيم O_1A ليقطع الدائرة الصغرى في نقطة B وبالمثل نحصل على النقطة D
- وصل النقطتين A , B ثم النقطتين C , D تحصل على المماسين المطلوبين.



شكل (2-16)

- طريقة رسم مماس من الداخل لدائرتين معلومتين (السير المقفل (Crossed Belt

دائرتان معلومتان مركزيهما O_1 , O_2 ونصف قطرها R_1 , R_2 والمسافة بينهما O_1O_2

معلومة (شكل 17-2)

والمطلوب رسم مماس لهما من الداخل.

العمل:

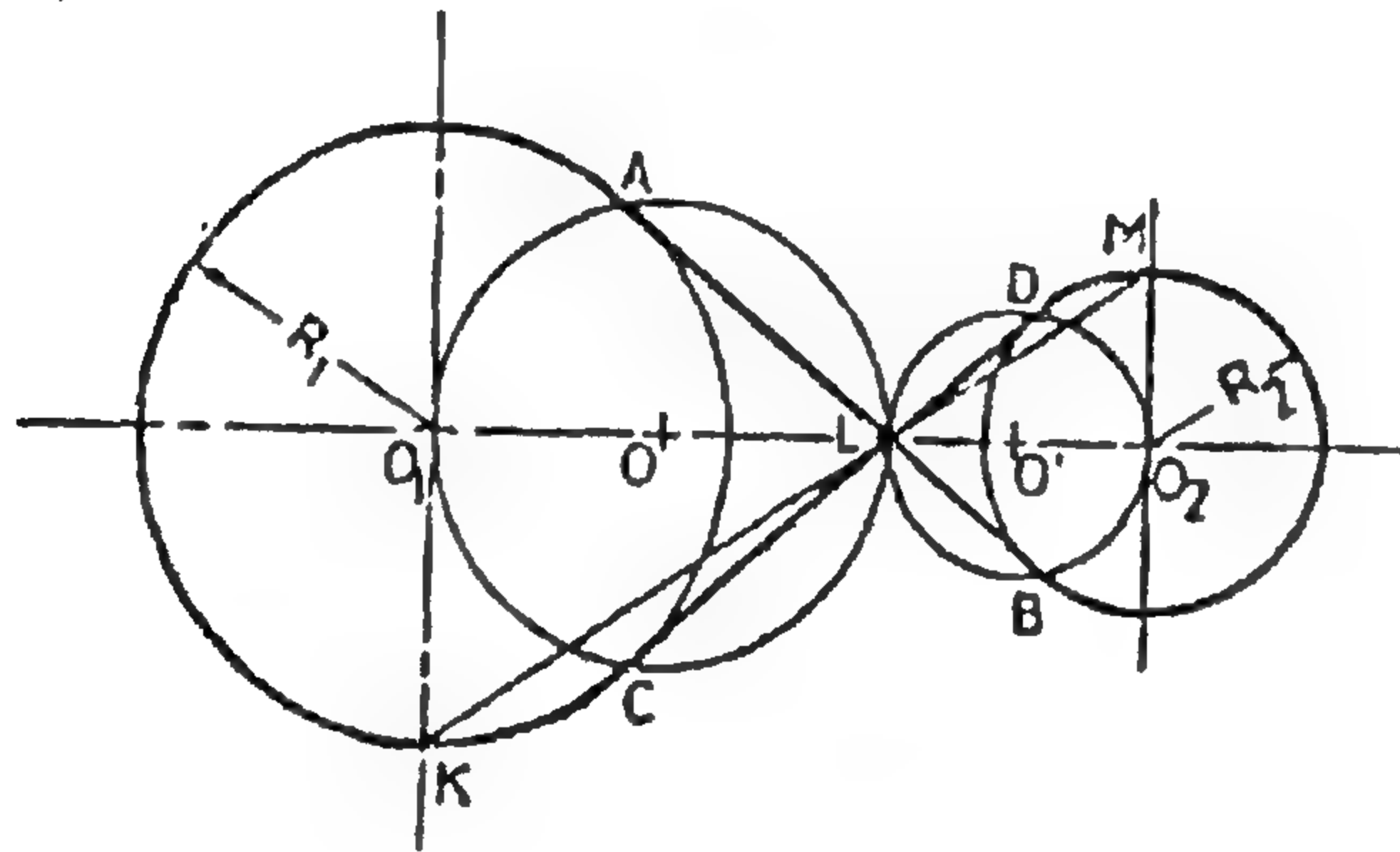
- قسم المسافة O_1O_2 بنسبة أنصاف الأقطار R_2 , R_1 وذلك بتوصيل النقطة K بالنقطة M

تحصل على النقطة L

- ارسم دائرة قطرها O_1L تقطع الدائرة التي مركزها O_1 في النقطتين A , C .

- ارسم دائرة قطرها O_2L تقطع الدائرة التي مركزها O_2 في النقطتين B , D .

- ارسم المستقيمين AB , CD تحصل على المماسين المشتركين للدائرتين من الداخل



شكل (17-2)

- رسم قوس دائري بنصف قطر معلوم ويمس دائرة ومستقيم معلومين:

يتضح مما سبق أننا نحتاج لمحيلين هندسين نقطة تقاطعها هي مركز القوس المطلوب رسمه.

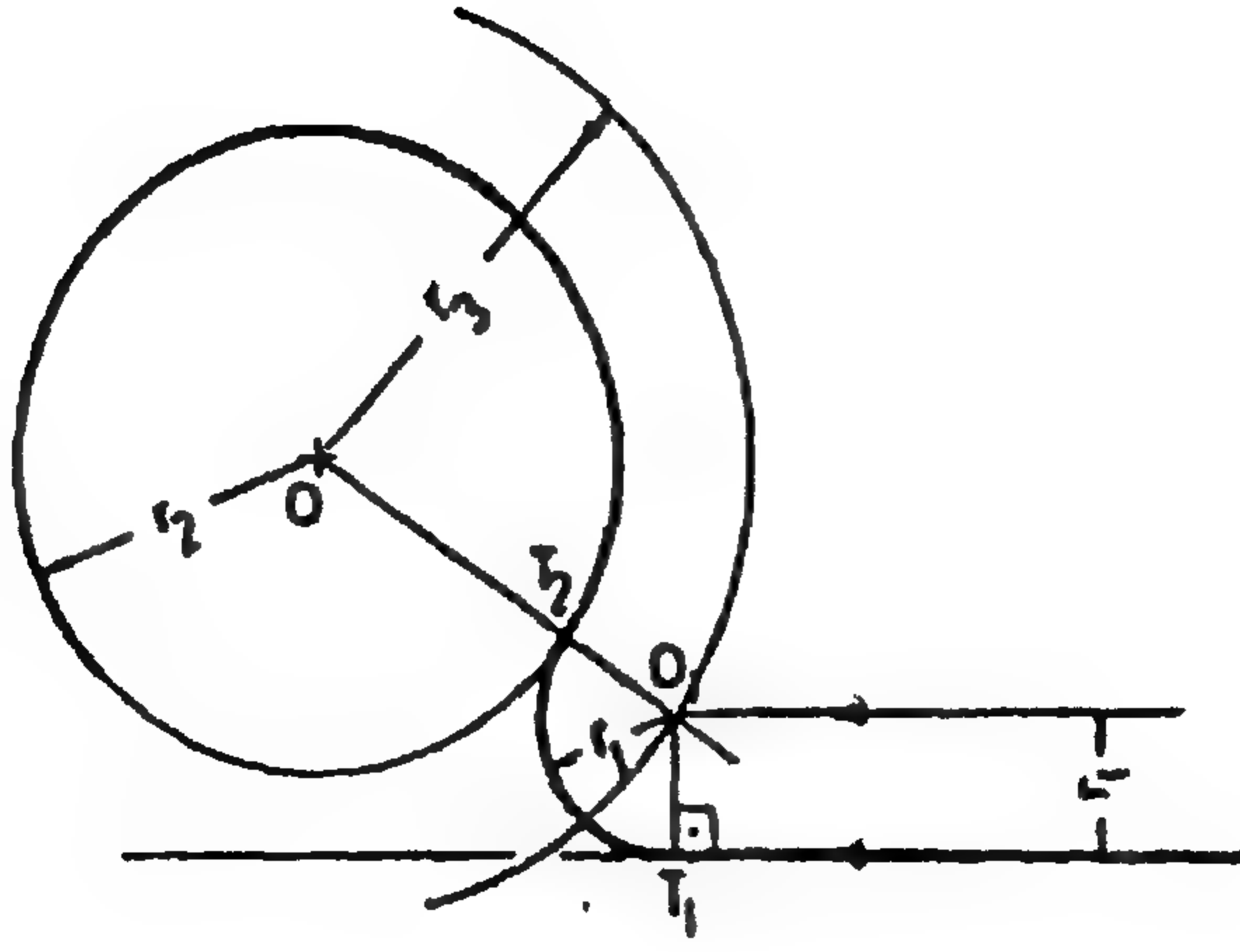
وفي حالة إذا كان القوس يمس مستقيماً فإن المحل الهندسي يكون مستقيماً موازياً لهذا المستقيم وعلى

بعد يساوي نصف قطر القوس. وفي حالة تماس القوس للدائرة فإن المحل الهندسي هو قوس من

دائرة مركزها هو مركز الدائرة التي يمسها القوس ونصف قطره يعتمد على موضع القوس بالنسبة

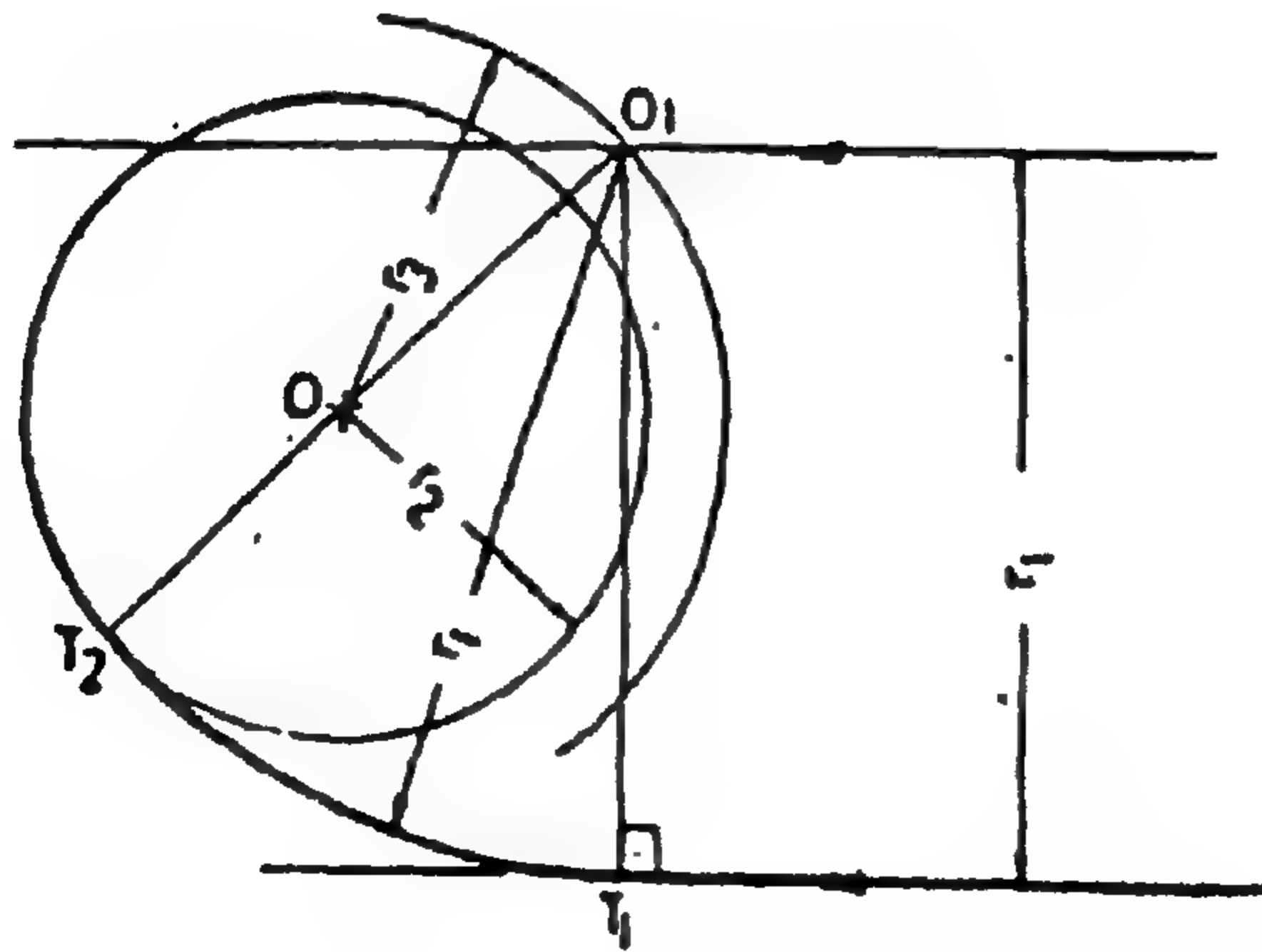
للدائرة. ففي الحالة الأولى (شكل 18-2) نجمع نصف قطر الدائرة R_2 ونصف قطر القوس المطلوب

R_1 نحصل على نصف قطر القوس المحل الهندسي الثاني R_3 .



شكل (18-2)

أما في الحالة الثانية (شكل 19-2) فإننا نطرح $(R_1 - R_2)$ هذا الفرق هو R_3 نصف قطر قوس المحل الهندسي الثاني. وفي جميع الأحوال لا بد من تحديد نقط تماس القوس مع كل من المستقيم والدائرة قبل رسمه وذلك بإسقاط عمود من مركز القوس O_1 بمركز الدائرة O تحصل على نقطة التماس T_2 في حالة جمع أنصاف الأقطار أما في حالة طرح أنصاف الأقطار فلا بد من مد المستقيم O_1O على استقامته ليقطع الدائرة من الجهة الأخرى في نقطة التماس T_2 . بعد ذلك يرسم القوس من المركز O_1 وينصف قطر R_1 بين نقطتي التماس T_1 و T_2 .



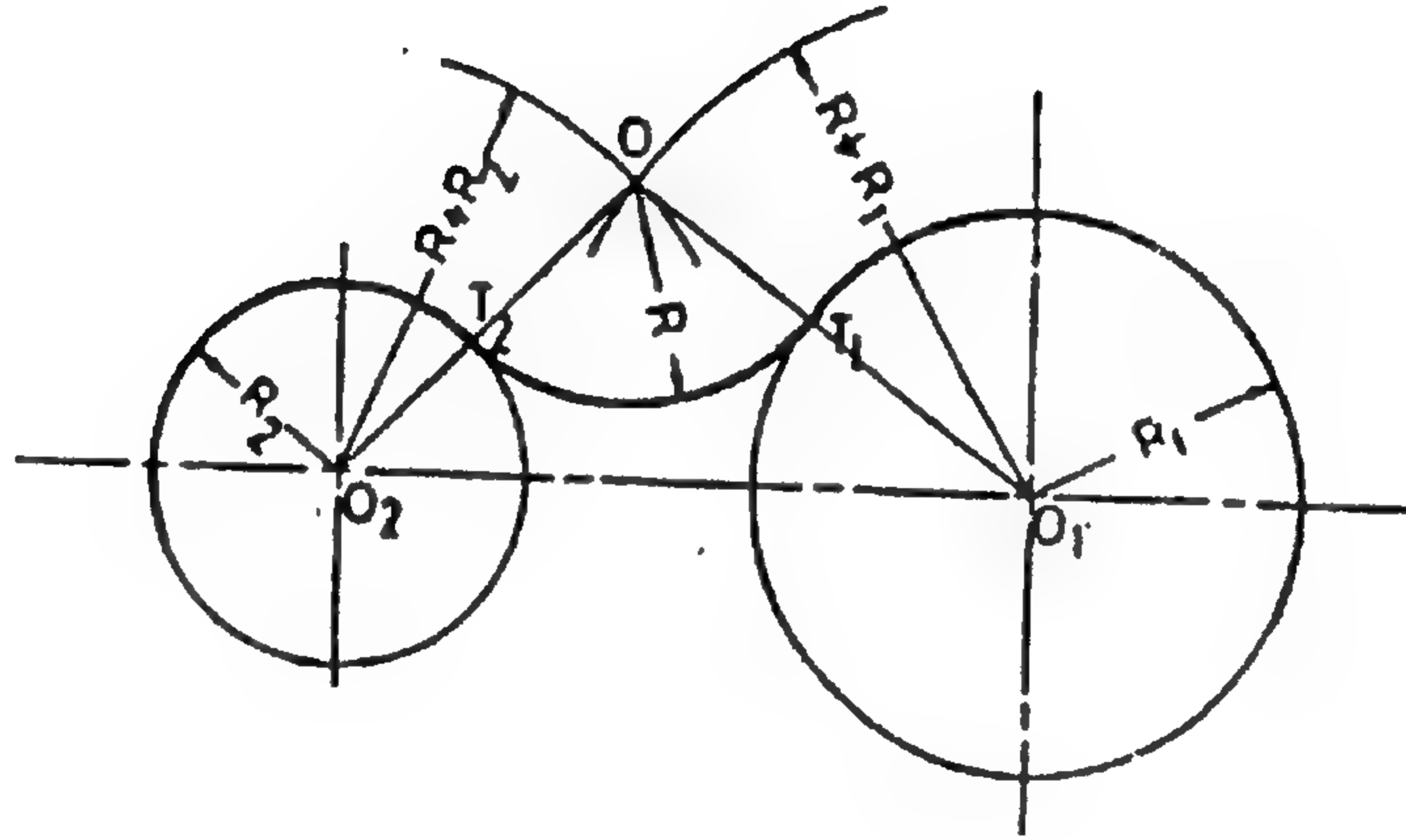
شكل (19-2)

رسم قوس دائري بنصف قطر معلوم ويمس دائرتين معلومتين من الخارج.

دائرتين معلومتان مركزيهما R_1 R_2 والمسافة بينهما معلومة

والمطلوب رسم قوس يمرس الدائرتين من الداخل نصف قطره R (شكل 20-2)

العمل: من المركز O_1 وبنصف قطر $(R_1 + R_2)$ ارسم قوساً من دائرة جهة القوس المطلوب رسمه. ومن المركز O_2 وبنصف قطر $R + R_2$ ارسم قوساً آخر يقطع القوس السابق في المركز O المطلوب. وصل المركز O بالمركزيين O_1 , O_2 تحصل على نقطتي التماس T_1 T_2 , ارسم القوس من المركز O ونصف قطر R بين نقطتي التماس T_2, T_1 .



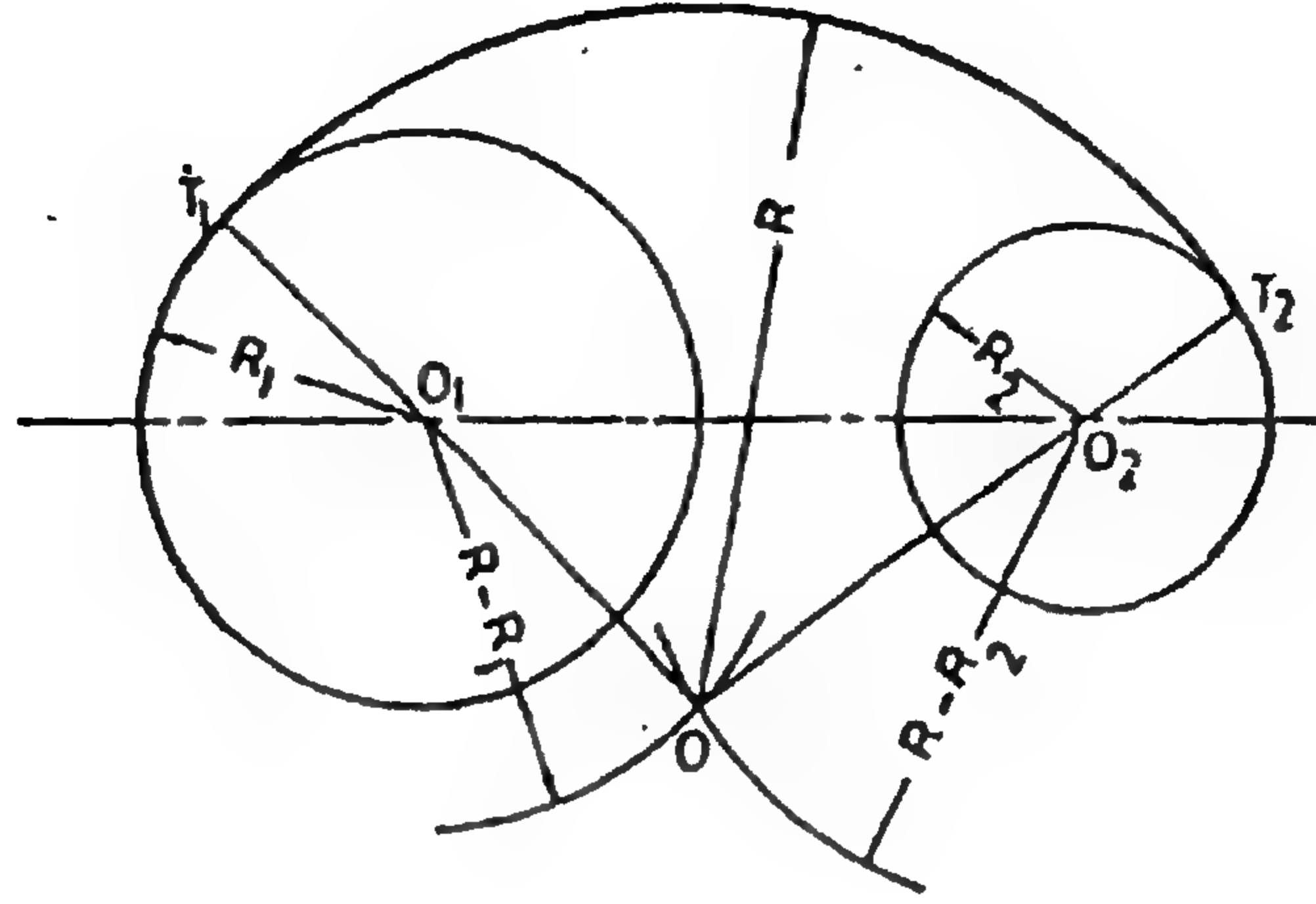
شكل (20-2)

رسم قوس دائري بنصف قطر معلوم ونمس دائرتين من الداخل

تتبع نفس الخطوات السابقة مع طرح أنصاف الأقطار $(R - R_2)$ و $(R - R_1)$ في هذه

الحالة وملاحظة أن نقطتي التماس T_1 , T_2 تقع على امتداد الخطين الواصلين بين المركز O

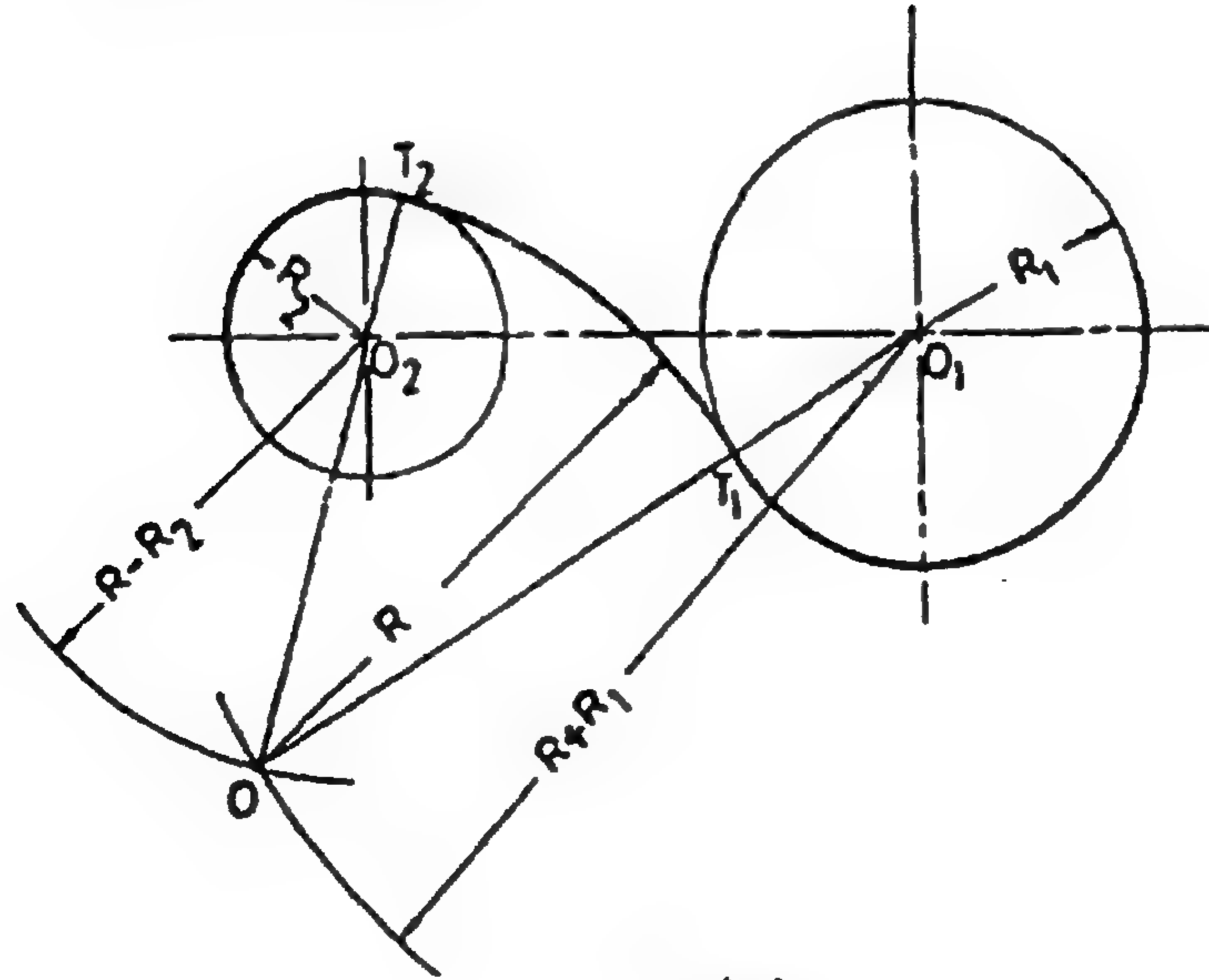
والمركزيين O_1 , O_2 على الترتيب كما هو يوضح (بشكل 21-2).



شكل (21-2)

رسم قوس دائري بنصف قطر معلوم ويمس دائرتين معلومتين على التعاكس

تمثل هذه الحالة (شكل 22-2) حالة مشتركة للحالتين السابقتين فتجمع انصاف الأقطار $(R + R_1)$ وتطرح انصاف الأقطار و $(R - R_2)$ وتقع نقطة التماس T_1 على الخط الواصل بين المركزين O, O_1 . وكذلك نقطة T_2 على الخط الواصل بين المركزين OO_2



شكل (22-2)

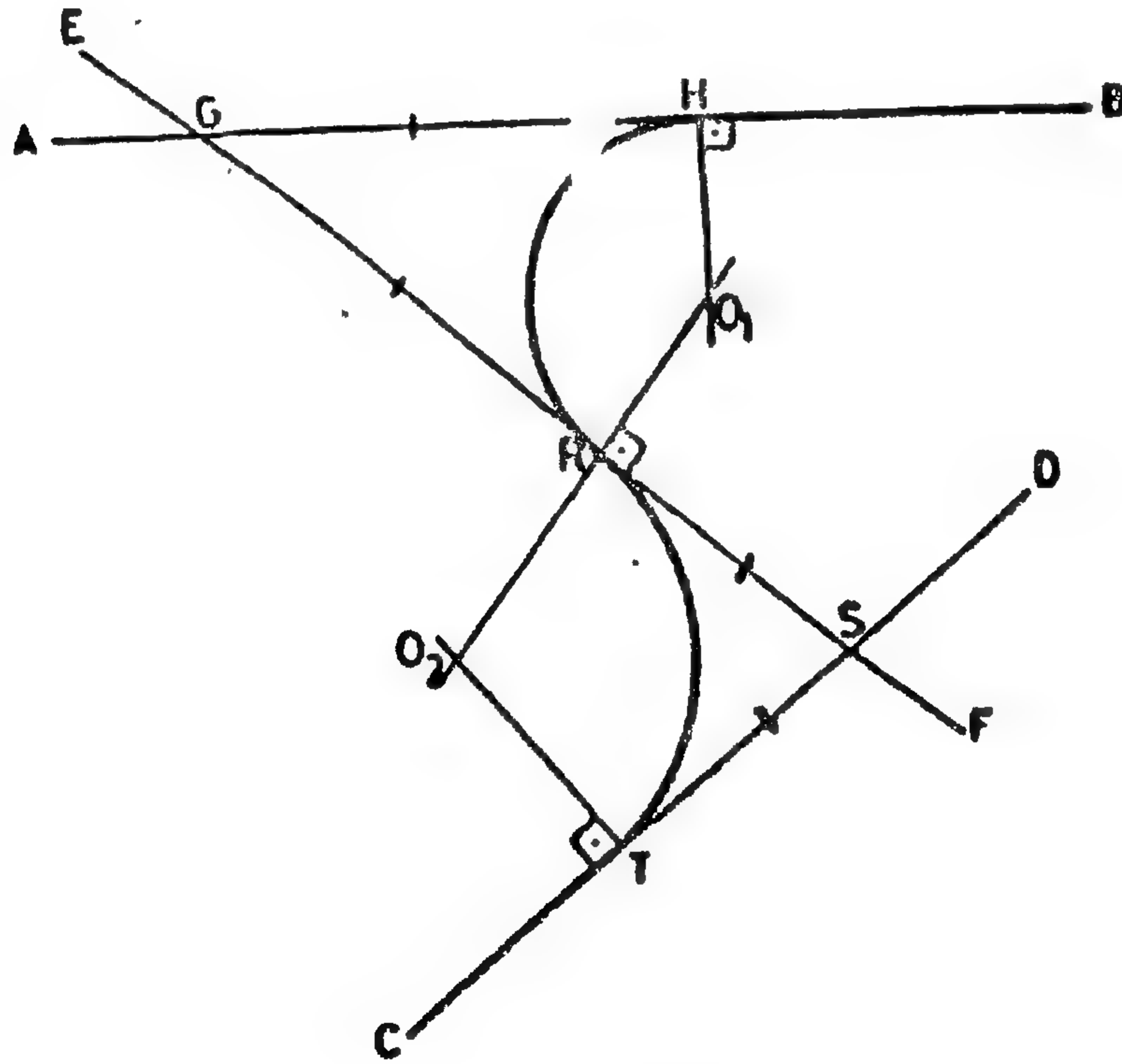
رسم منحنى معكوس Reversed Curve

فى حالة المنحنى المعكوس لا يعطى نصف قطر القوس أو مركزه ولكن تعطى بعض البيانات التى يمكن استخدامها للوصول لكل من المركز ونصف القطر.

الحالة الأولى:

بمعلومية المماسين AB , CD والقاطع EF ونقطة الانعكاس R والمطلوب رسم منحنى معكوس يمس المستقيمين AB , CD ويمس المستقيم القاطع وينعكس عند نقطة R كما هو موضح (بشكل 2-23).

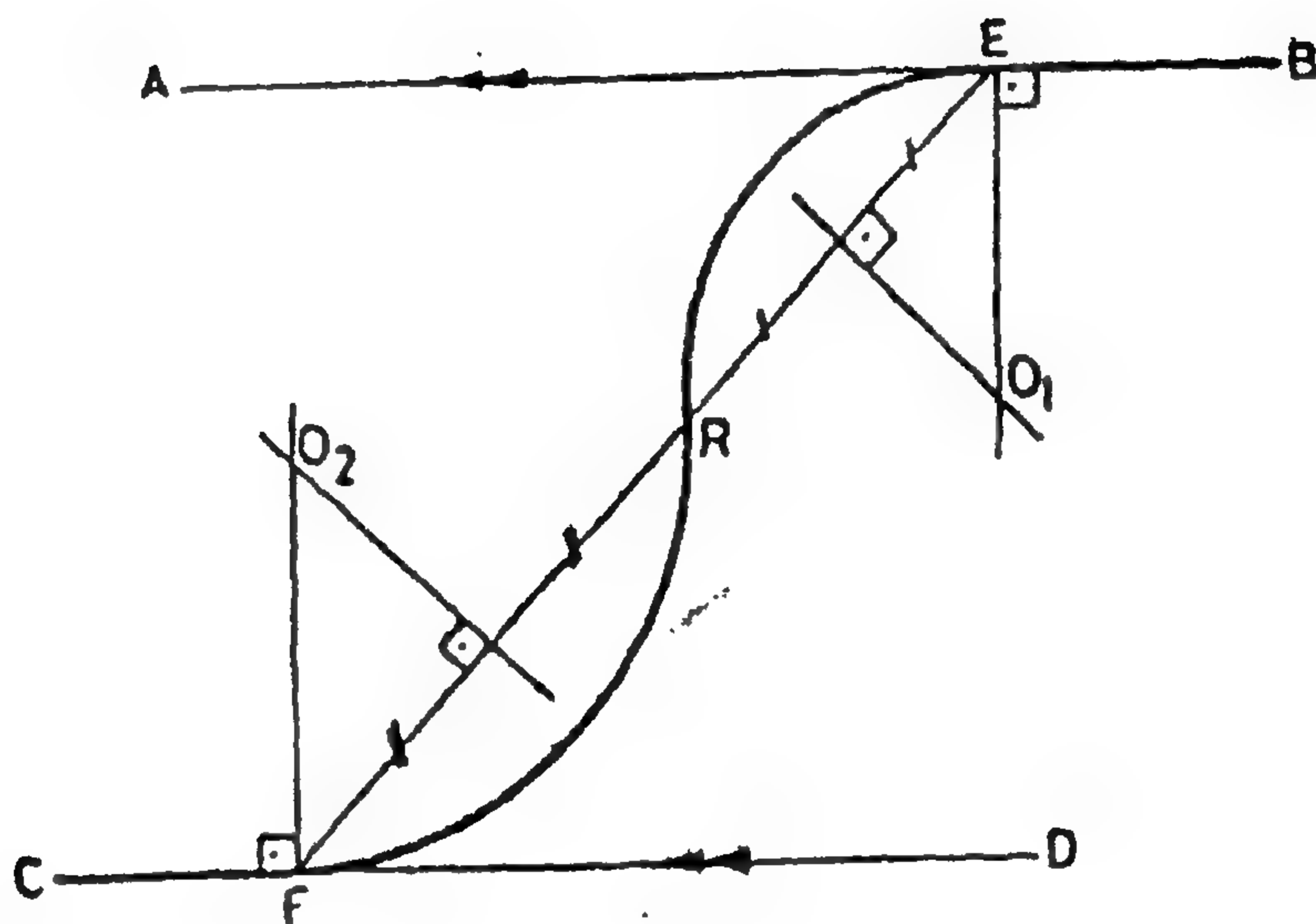
العمل: حيث أن طولى المماسين المرسومين من نقطة إلى قوس دائرى متساويين لذلك نأخذ طولاً مساوياً للبعد GR على المستقيم AB نحصل على النقطة H . ثم نقيم عمودين من النقطتين R , H يتقاطعا فى O_1 . بنفس الطريقة يمكن الحصول على المركز O_2 . ويجب ملاحظة أن الخط الواصل بين المركزين O_1 , O_2 لابد أن يمر بنقطة الانعكاس R .



شكل (2-23)

الحالة الثانية:

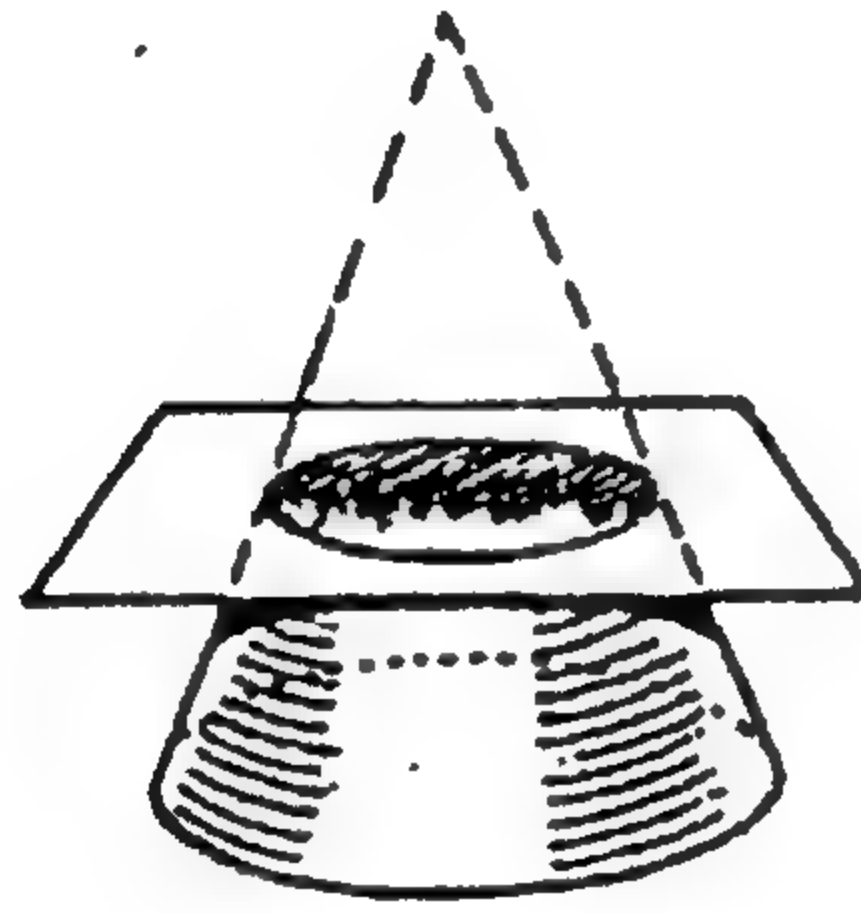
إذا كان المماسين AB, CD متوازيين كما هو موضح (شكل 2-24) وبمعلومية إحدى نقطتي التماس E أو F ونقطة الانعكاس R . ففي حالة المستقيمين المتوازيين فإن توصيل إحدى نقطتي التماس بنقطة الانعكاس ومد هذا الخط على استقامته يعطى نقطة التماس الأخرى ويصبح كل من ER , FR وترين للأقواس المطلوبة. ومن ذلك فإن إقامة العمود من منتصف الوتر وتقاطعه مع العمود المقام من نقطة التماس يعطى مركز القوس المطلوب ومن ثم يمكن رسم المنحنى المعكوس.



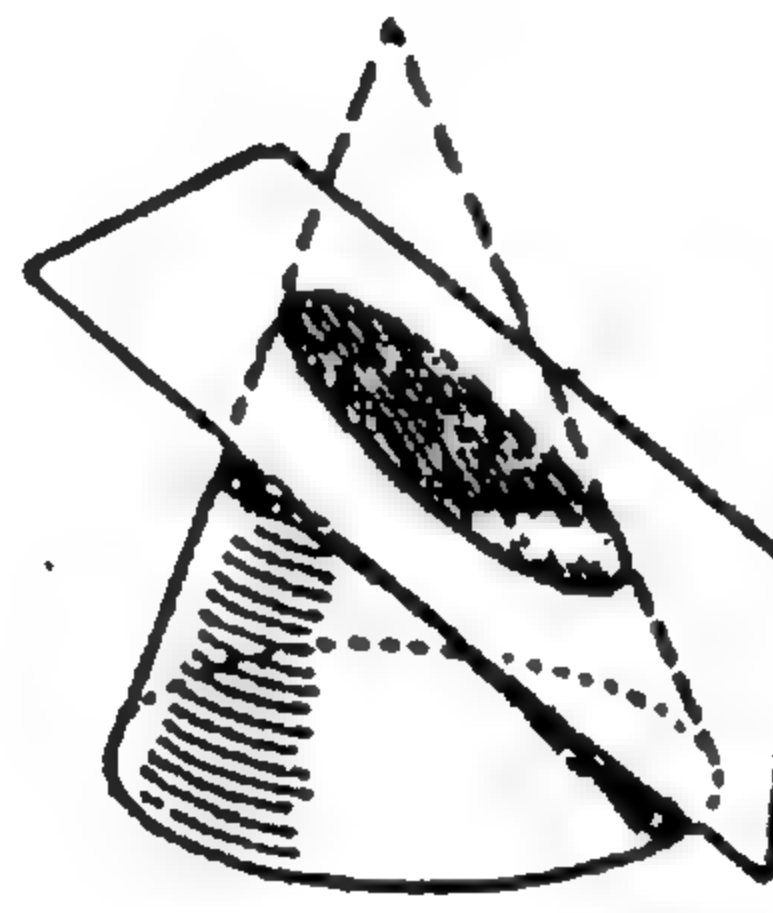
شكل (24-2)

1- القطاعات المخروطية Conic Sections

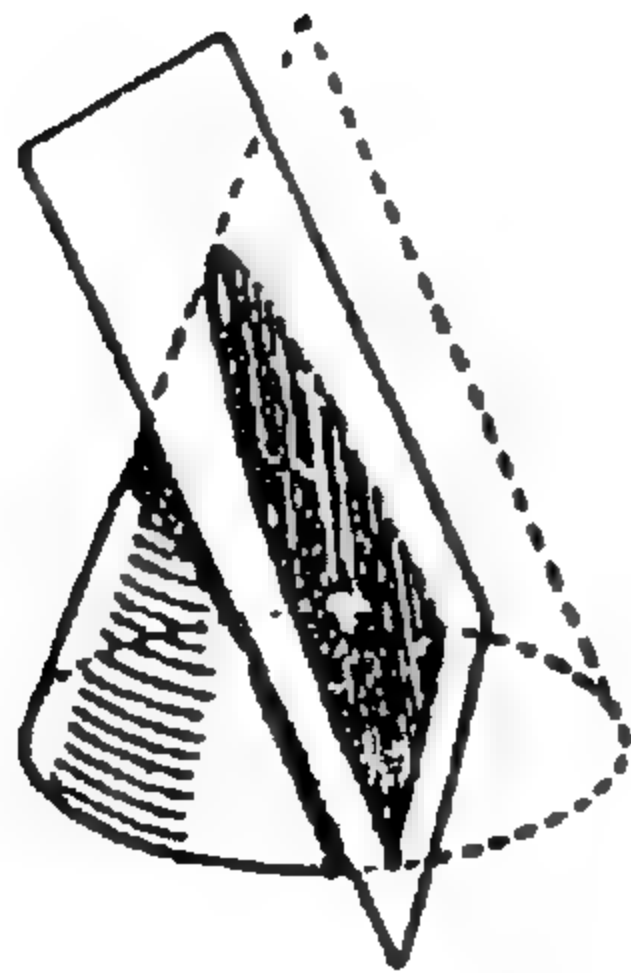
القطاعات المخروطية هي المنحنيات الناشئة عن تقاطع مستوى مع سطح مخروط دائري قائم. وتتغير أنواع هذه القطاعات حسب تغير زاوية ميل المستوى القاطع على محور المخروط أو قاعدته. فإذا كانت الزاوية بين مستوى القاطع والمحور أكبر من نصف زاوية المخروط كان المنحنى الناتج قطعاً ناقصاً وهو منحنى مقفل أما إذا كانت هذه الزاوية مساوية لنصف زاوية الرأس فإن المنحنى الناتج هو قطع مكافئ وهو منحنى مفتوح أى أن أحد رأسيه نقطة في ما لانهاية وإذا كانت الزاوية بين مستوى القاطع والمحور أقل من نصف زاوية المخروط كان المنحنى الناتج قطعاً زائداً وهو منحنى ذو فرعين وله نقطة في ما لانهاية ومماساته عند هذه النقط هما خطين يسميان الخطين التقاربين. وهناك حالات خاصة فإذا كان المستوى القاطع عمودياً على المحور كان المنحنى الناتج دائرة وإذا كان ماراً بالرأس فإن ما ينتج هو رأسين في المخروط أى مستقيمين متقاطعين عند الرأس. ويلاحظ أن لكل من القطاعات المخروطية خواص رياضية وهندسية نلخص بعضها كما يلي:



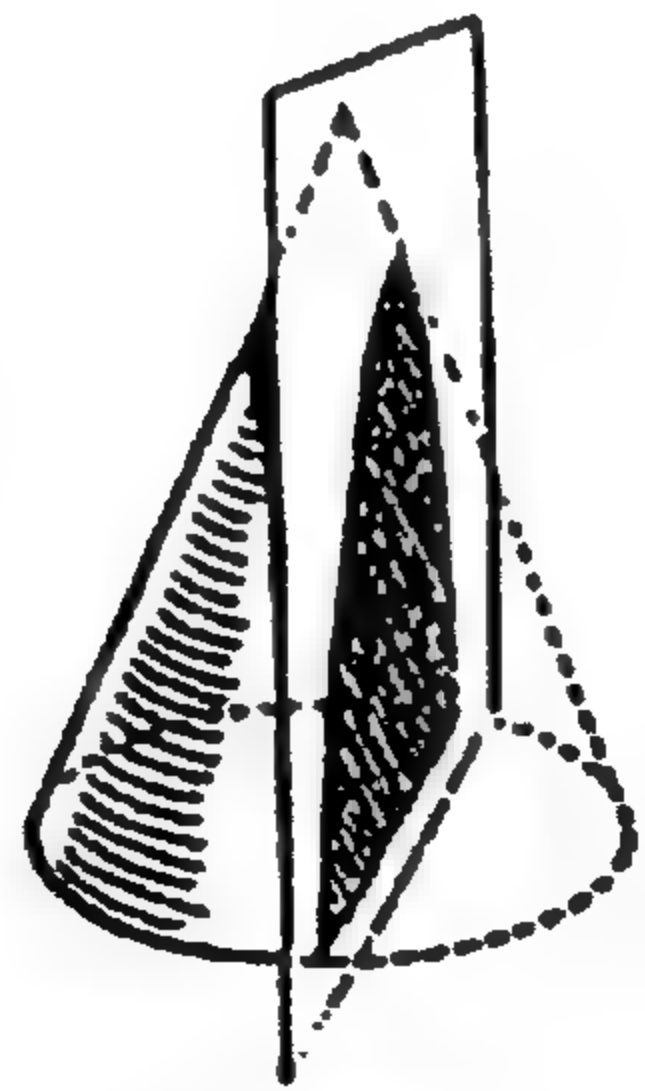
CIRCLE



ELLIPSE



PARABOLA



HYPERBOLA

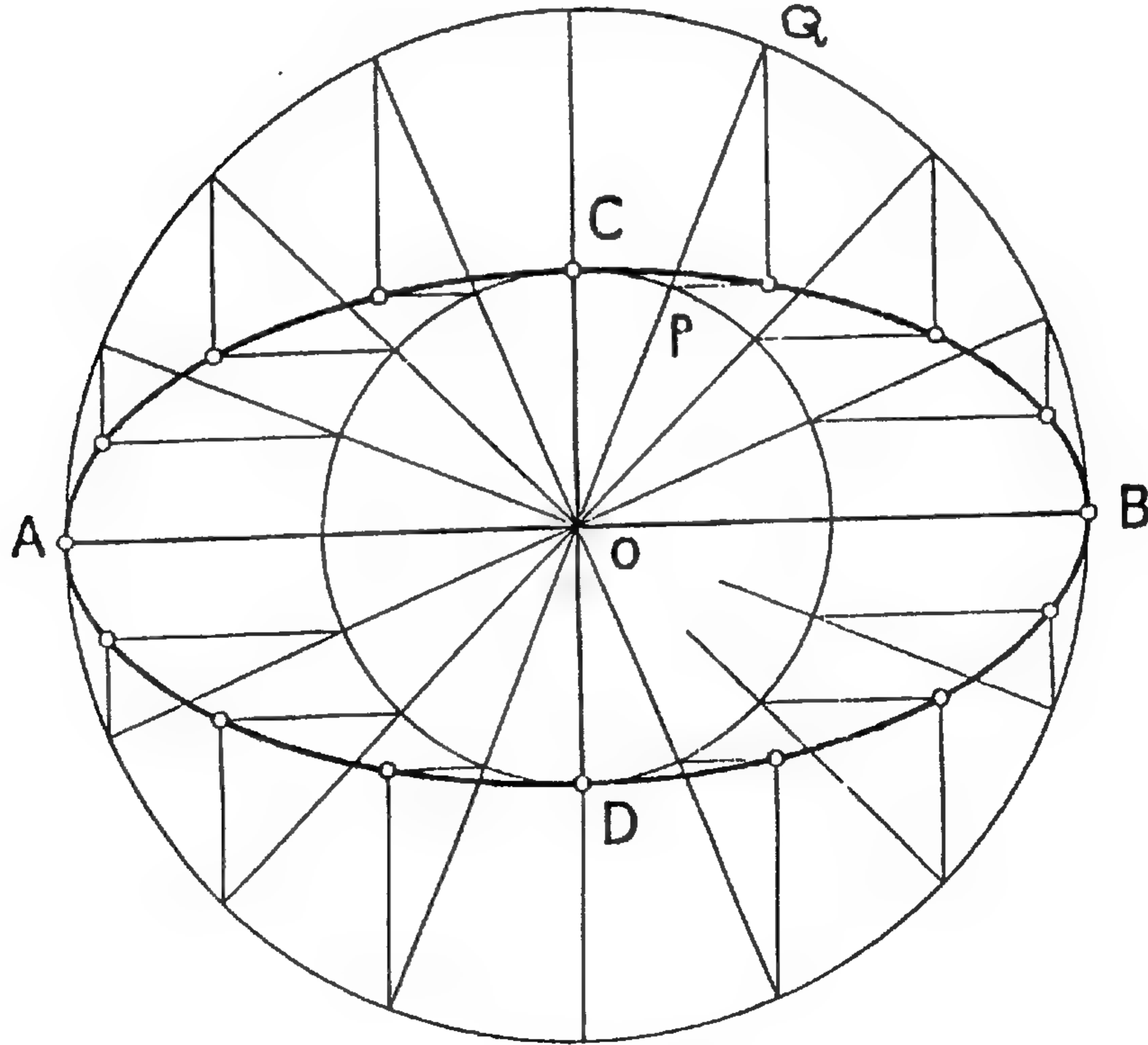
شكل (25-2)

1- القطع الناقص Ellipse

هو المحل الهندسى لنقطة تتحرك بحيث يكون مجموع بعديها عن نقطتين ثابتتين (هما بؤرتى القطع) هو مقدار ثابت ويساوى طول المحور الأكبر للقطع. ومحورا القطع هما أكبر وأصغر قطرين فيه وهما قطران متعامدان. والقطران المترافقين فى القطع هما قطران أحدهما يوازي المماسين للقطع عند نهايتى القطر الآخر، وينصف جميع الأوتار الموازية لهذين المماسين. وفيما يلى بعض طرق رسم القطع الناقص:

- طريقة رسم القطع الناقص بمعلومية المحورين بطريقة الدوائر:

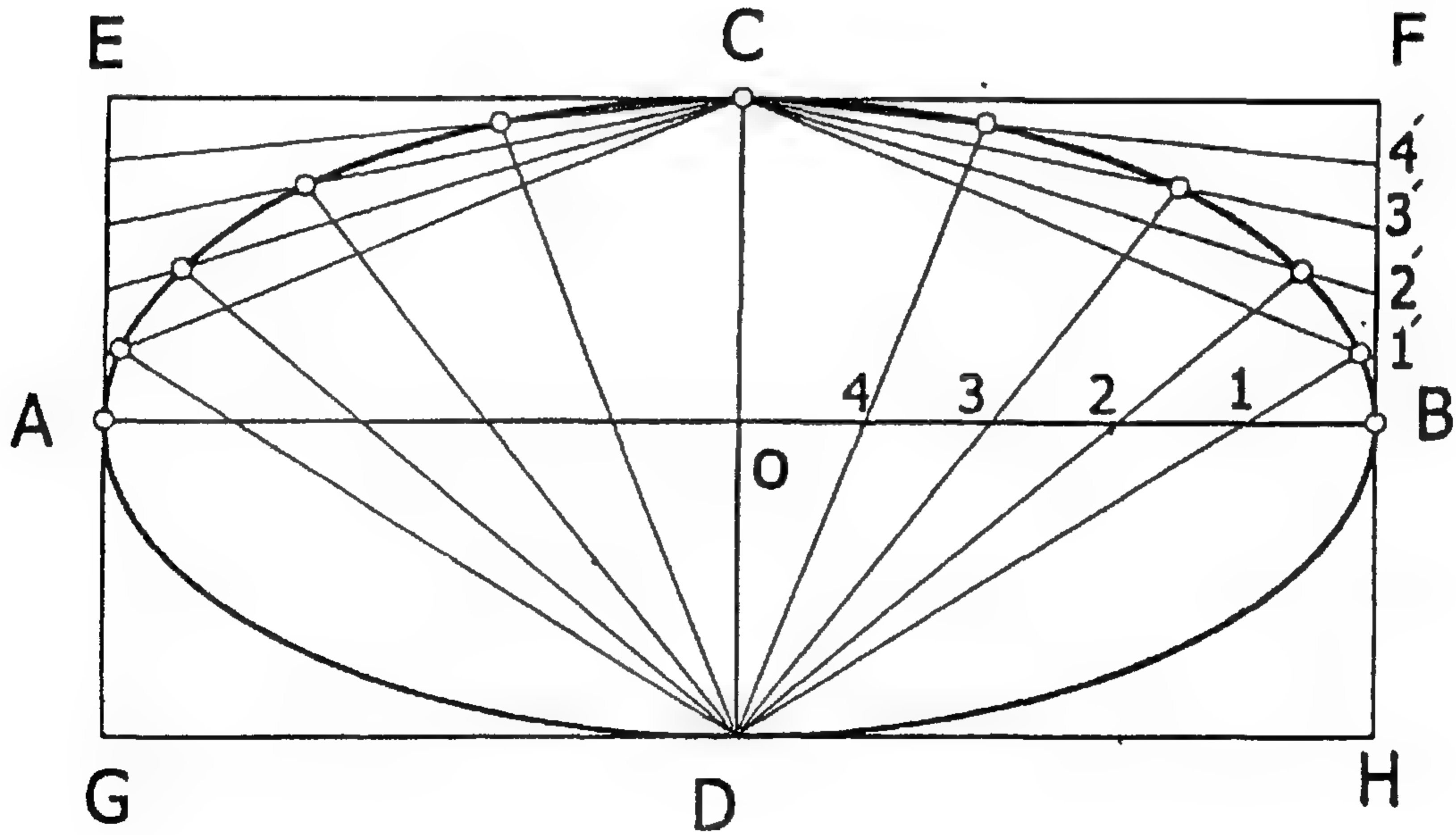
يوضح شكل (2-26) هذه الطريقة وفيها ترسم دائرتين إحداها على المحور الأكبر كقطر وتسمى الدائرة الكبرى والثانية على المحور الأصغر وتسمى الدائرة الصغرى. ثم أسم عدة مستقيمات متفرعة من المركز O (وذلك بتقسيم الزاوية المركزية إلى عدد من الأجزاء متساوية) أى مستقيم منها يقطع الدائرة الصغرى فى نقط مثل P والعظمى مثل Q ومن P نرسم موازياً للمحور الأكبر ومن Q نرسم موازياً للمحور الأصغر فيتقابلا فى نقطة على محيط القطع. نكرر العمل السابق لكل النقاط ونستخدم مسطرة المنحنيات للتوصيل بين النقاط حتى نحصل على المنحنى المطلوب.



شكل (2-26)

- طريقة رسم القطع الناقص بمعلومية المحورين بطريقة الأشعة:

وتعرف هذه الطريقة بطريقة المستطيل حيث يحيط القطع الناقص بمستطيل كما يوضح شكل (27-2) ثم نقسم BO , BF إلى عدد متساوي من الأقسام وترقم الاتجاهات. وباعتبار D , C مصدرين للأشعة نصل الأشعة ذات الرقم المتساوي فيتقاطع كل زوج منها في نقطة من نقط القطع الناقص. نكرر العمل السابق لكل ربع من القطع الناقص ويمكن الاستفادة من تماثل القطع الناقص ونستخدم مسطرة المنحنيات للتوصيل بين النقاط حتى نحصل على المنحنى المطلوب.



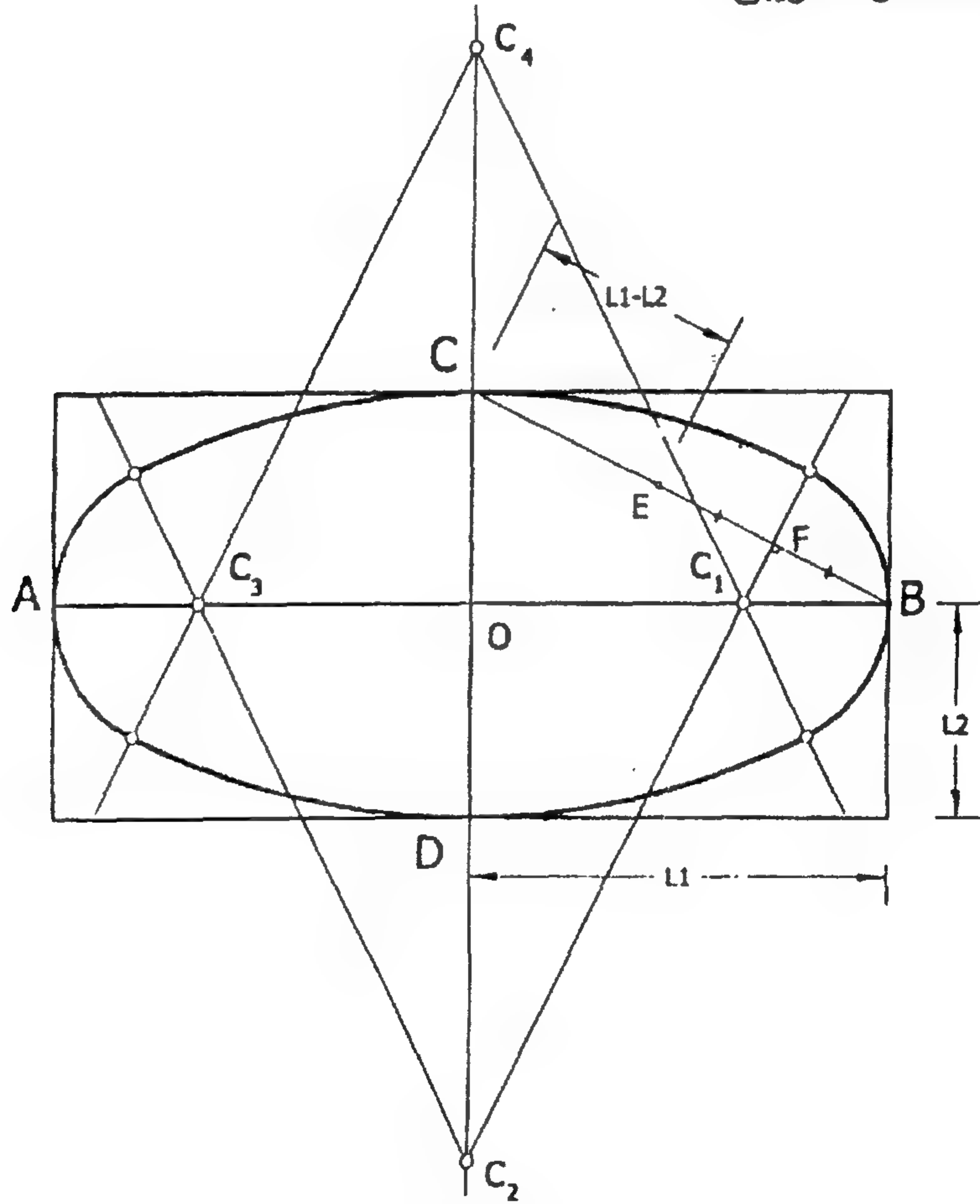
شكل (27-2)

- الطريقة التقريبية لرسم القطع الناقص:

ليس المنحنى الناتج هو قطعاً ناقصاً إنما هو أقرب منحنى له يكون رسمه باستخدام الفرجار وذلك بتعين الأربع مراكز C_1, C_2, C_3, C_4 وهناك طريقتان لتنفيذ رسم القطاع الناقص التقريبي:

الطريقة الأولى (شكل 28-2):

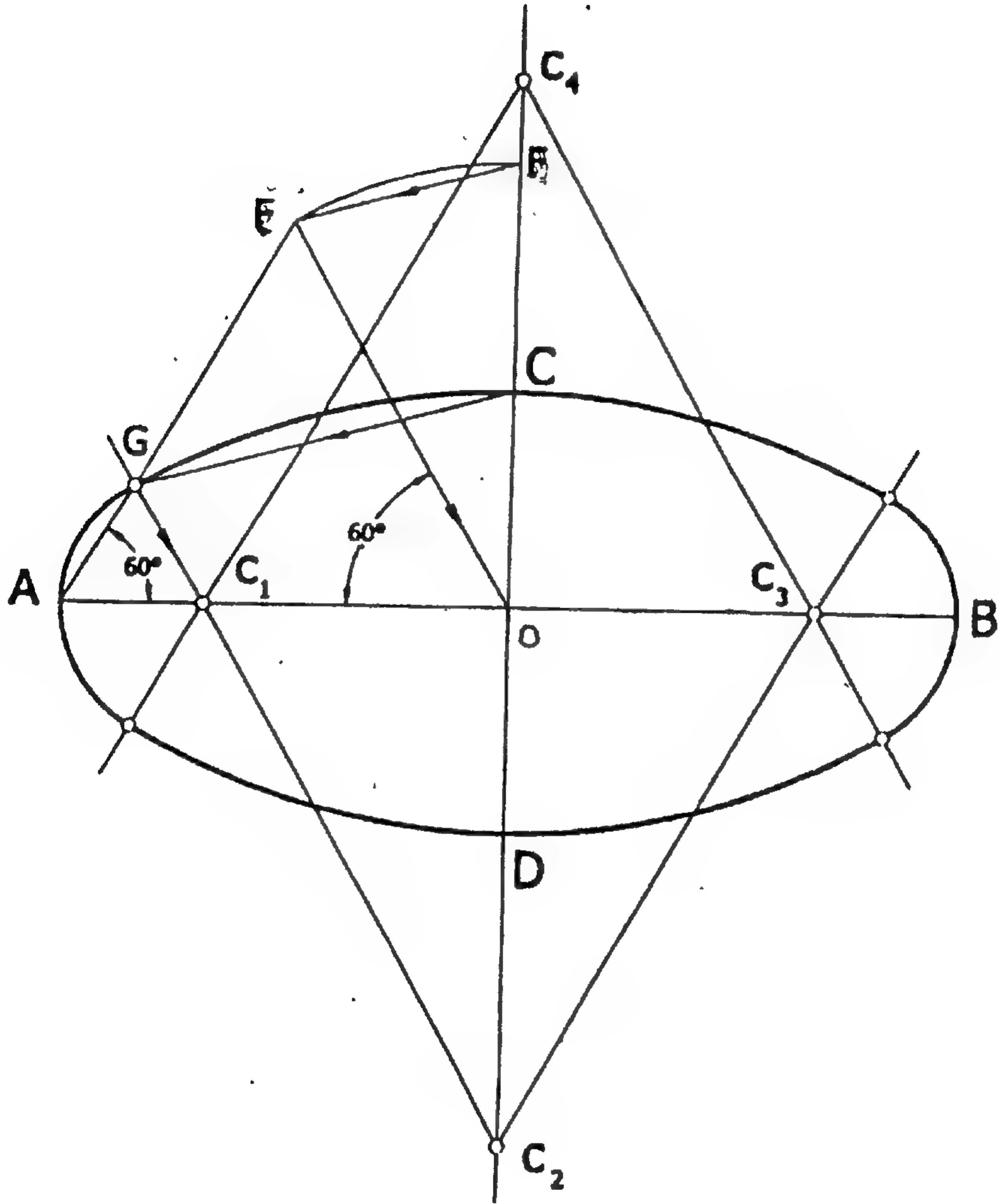
ارسم محوري القطع AB, CD ثم وصل نقطة B بنقطة C . عين النقطة E على الخط CB على بعد من C يساوي نصف طول المحور الأكبر ناقص نصف طول المحور الأصغر أو البعد $OA - OC$. نصف جزء المستقيم EB لتحصل على النقطة F . من النقطة F أقم المستقيم العمودي على BC فيقطع المحور الأكبر في المركز الأول C_1 والمحور الأصغر أو في امتداده في المركز الثاني C_2 . بالمثل يمكن تعيين المركزين C_3, C_4 . من المركز الأول C_1 وبنصف قطر BC_1 ارسم قوساً من دائرة بدايته عند امتداد الخط C_1, C_2 ونهايته على امتداد الخط C_1, C_4 من المركز C_2 وبفتحة تساوي C_2C ارسم القوس الثاني بدايته على امتداد الخط C_2C_1 كرر الخطوتين السابقتين تحصل على القطع الناقص التقريبي.



شكل (28-2)

الطريقة الثانية (شكل 29-2):

ارسم محوري القطع AB , CD على المستقيم AO أقم مثلثاً متساوي الأضلاع تحصل على النقطة E . من النقطة O كمركز وبفتحة تساوي EO ارسم قوساً يقطع امتداد المحور الأصغر CD في النقطة F ، وصل النقطة F بالنقطة E . من النقطة C ارسم موازياً للمستقيم EF يقطع المستقيم AE في النقطة G . من النقطة G ارسم مستقيماً موازياً للمستقيم EO يقطع المحور الأكبر في المركز الأول C_1 والمحور الأصغر أو امتداده في المركز الثاني C_2 . بالمثل يمكن إيجاد المركزين C_3 و C_4 . ارسم أقواس الدوائر كما في الطريقة السابقة تحصل على القطع الناقص التقريبي.



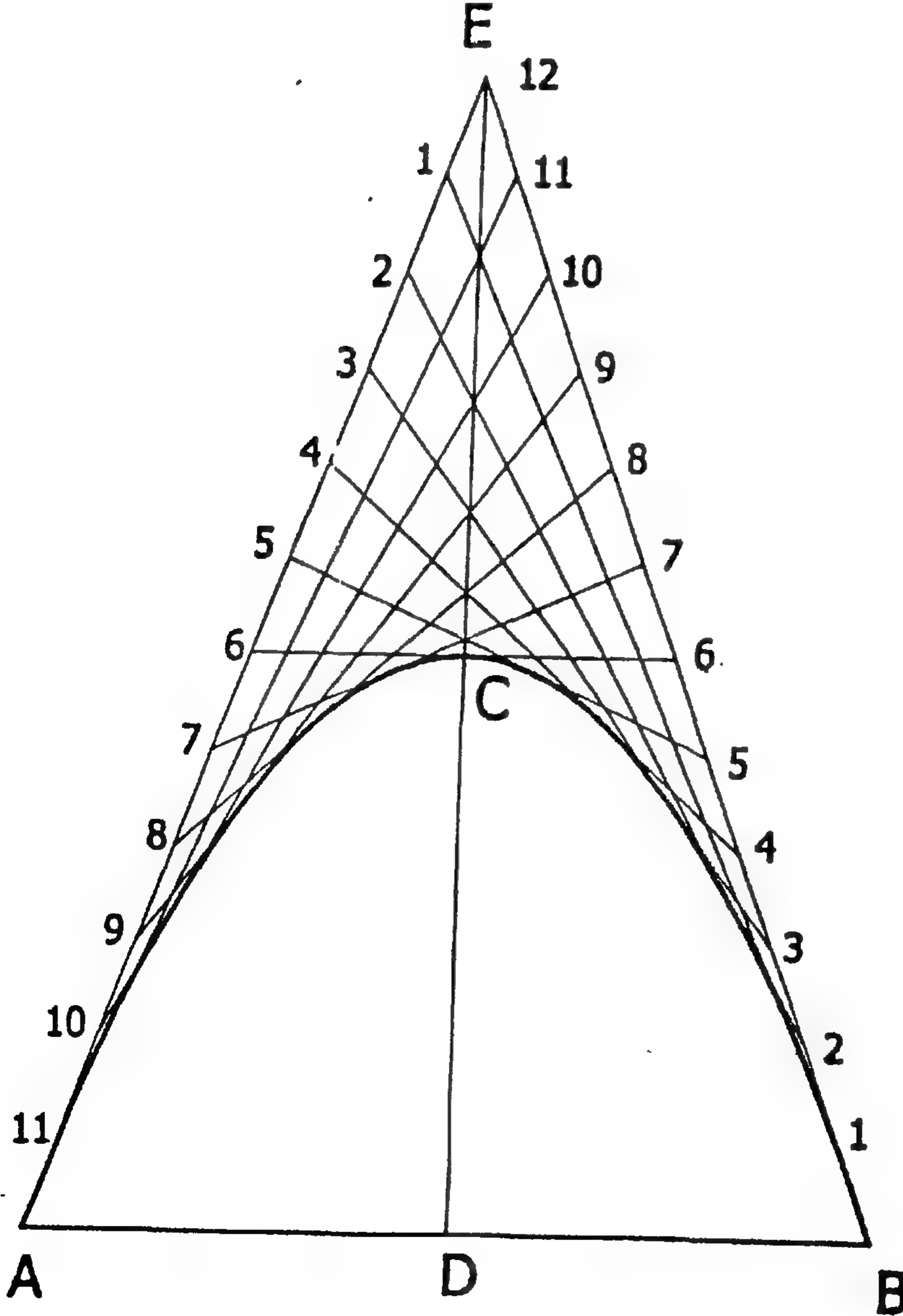
شكل (29-2)

2- القطع المكافئ Parabola

هو المحل الهندسى لنقطة تتحرك بحيث يكون مجموع بعدها عن نقطة ثابتة (البؤرة) مساوية لبعدها عن خط مستقيم ثابت (دليل القطع) ويكون محور القطع على الدليل وعليه يقع رأس القطع وبؤرته. ويمكن رسم القطع المكافئ بطريقتين هما:

- طريقة المماسات (شكل 2-30):

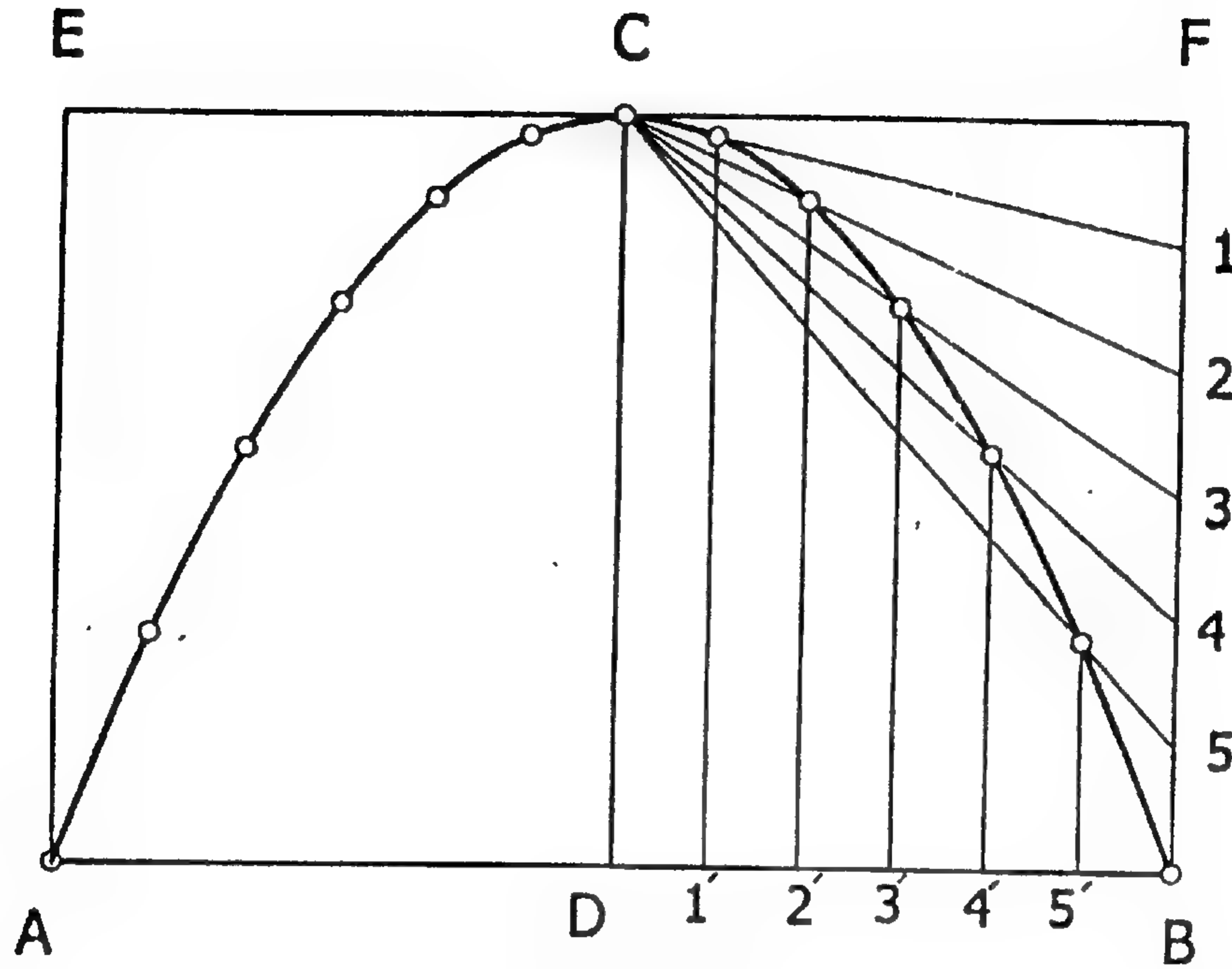
ترسم بمعلومية الوتر AB والمحور أو الارتفاع CD وذلك بمد المستقيم DC إلى نقطة E بحيث تكون DC تساوى CE ثم نصل النقطة E بالنقطتان A , B نقسم EA , EB إلى عدد متساوى من الأقسام ونرقم نقط تقسيمهم فى اتجاه متعاكس ثم نصل الأرقام التى لها نفس الرقم فنتنتج مجموعة من المماسات تغلف المنحنى المطلوب منها المماس الأوسط 6 ويمس القطع المكافئ عند الرأس. ونستخدم مسطرة المنحنيات للتوصيل بين النقاط حتى نحصل على المنحنى المطلوب:



شكل (2-30)

- طريقة الأشعة (شكل 2-31):

ترسم بمعلومية الوتر AB والمحور أو الارتفاع CD ونكمل المستطيل $ABFE$ ونقسم FB إلى عدد من الأقسام المتساوية ونصل نقطة الرأس C بهذه النقطة ونقسم BD إلى نفس العدد السابق من الأقسام المتساوية ونقيم أعمدة رأسية من هذه النقط وتكون نقط تقاطع الخطوط المتناظرة هي نقط القطع المكافئ المطلوب. ثم تستخدم مسطرة المنحنيات للتوصيل بين النقاط حتى نحصل على المنحنى المطلوب.

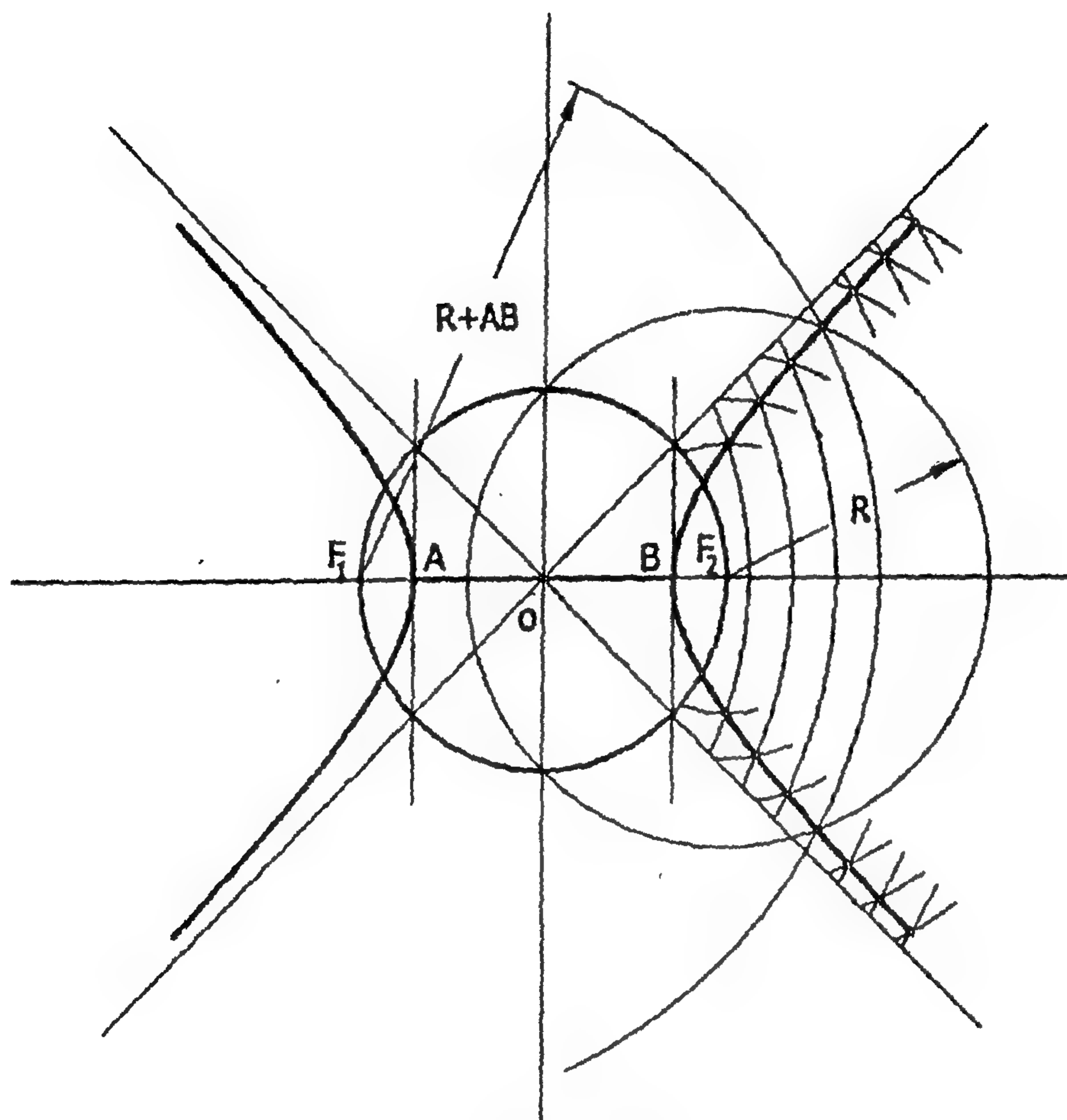


شكل (2-31)

3- القطع الزائد Hyperbola

هو المحل الهندسي لنقطة تتحرك بحيث يكون مجموع فرق بعديها عن نقطتين ثابتتين (البؤرتين) يساوى مقدار ثابت.

وتتمثل طريقة رسم القطع الزائد (شكل 2-32) إذا علم اتجاهى المحورين والرأسين A, B والبؤرتين F_1, F_2 فإنه يستفاد من خاصية القطع الزائد بأن الفرق بين بعدى أى نقطة عليه عن البؤرتين يساوى الطول AB فإننا نركز فى البؤرة F_1 ونرسم قوساً بأى فتحة R ثم نركز فى F_2 وبفتحة تساوى $R-AB$ نقطع القوس الأول فى نقطة على محيط القطع ونكرر العمل لتعيين نقط أخرى. ويلاحظ أنه إذا علم الخطيئ التقاربين وهما المماسين للقطع عند نقطة اللانهاية فإنه يمكن تعيين البؤرتين والعكس صحيح.

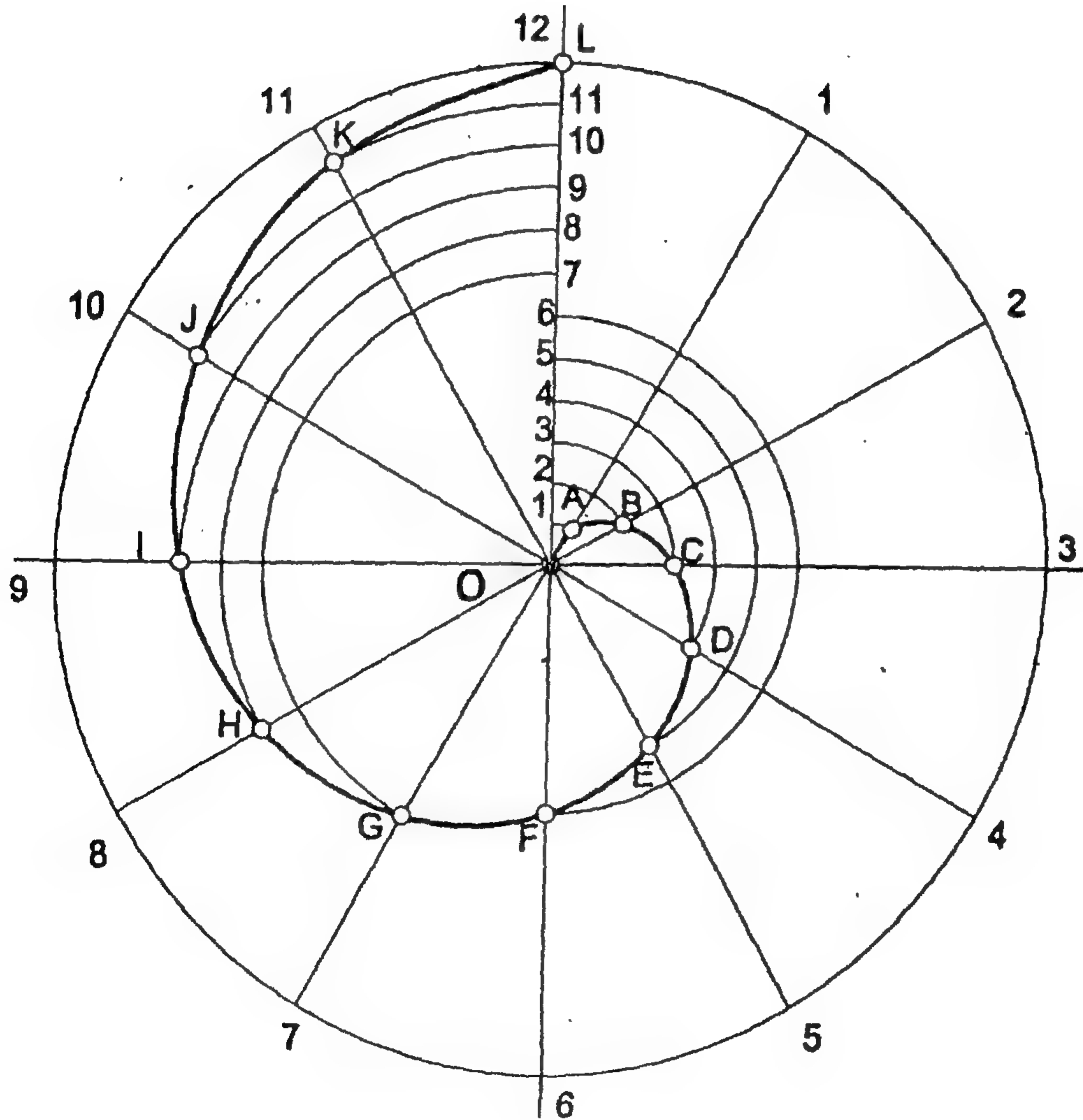


شكل (32-2)

بعض المنحنيات الخاصة Special Curves

- حلزونية أرشميدس Archimedes Spiral

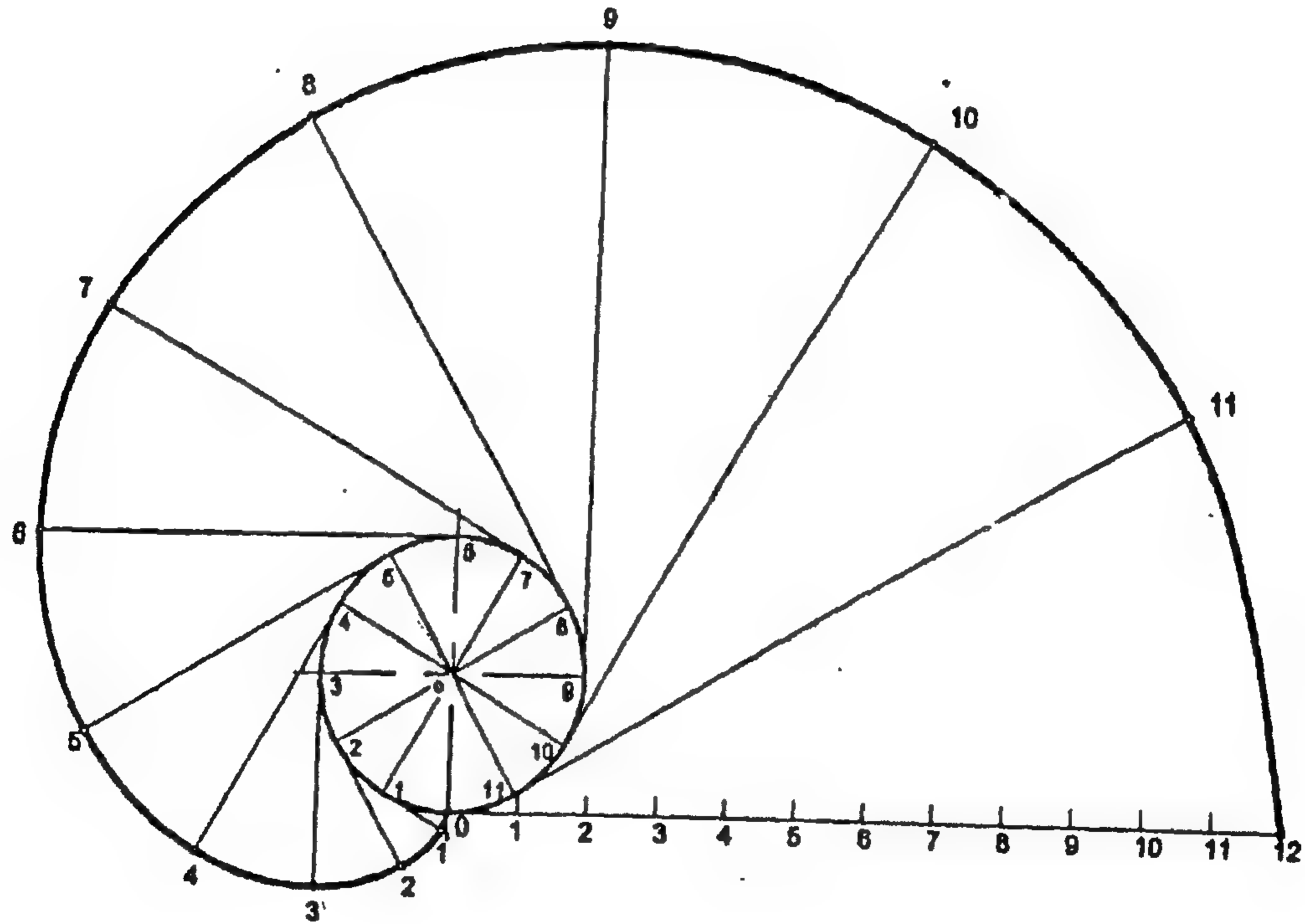
يوضح شكل (2-33) دورة واحدة من هذا المنحنى بمعلومية الدائرة التي نصف قطرها R . ويتم رسم حلزونية الارشميدس فيقسم نصف القطر إلى عدد من الأقسام المتساوية وليكن 12 قسماً كما يقسم محيط الدائرة إلى نفس العدد من الأقسام وتتلاقى أنصاف الأقطار الواصلة إلى نقط التقسيم على المحيط مع الدائرة المارة بنقط التقسيم الأولى في نقط تكون واقعة على الشكل المطلوب. ونستخدم مسطرة المنحنيات للتوصيل بين النقاط حتى نحصل على المنحنى المطلوب.



شكل (2-33) : حلزونية أرشميدس Archimedes Spiral

– المنحنى الأنفليوتى للدائرة Involute of a Circle

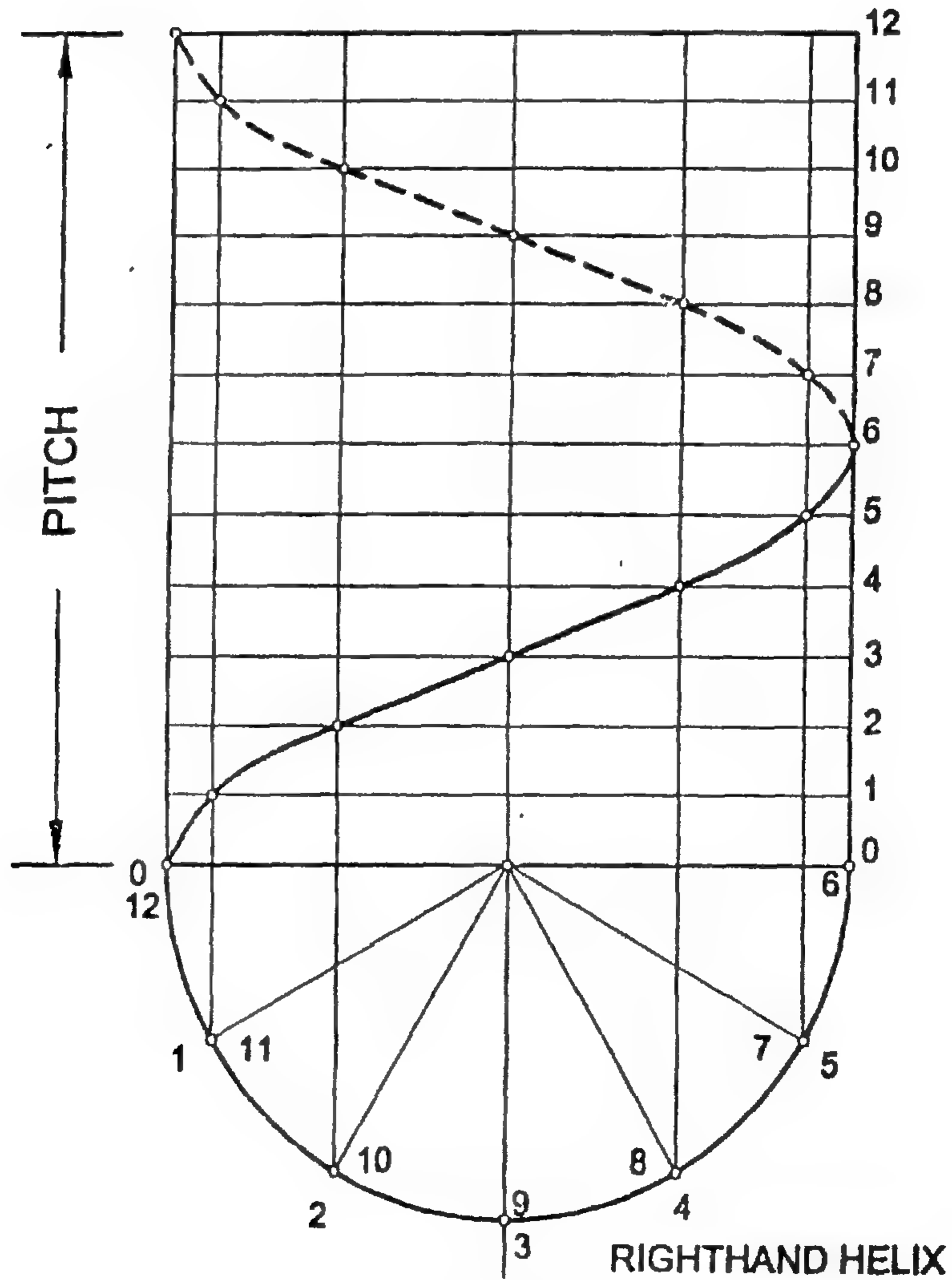
هذا المنحنى هو إنفراد لمحيط دائرة وللحصول على هذا المنحنى نرسم الدائرة بمعلومية نصف قطرها ثم نقسم محيط الدائرة إلى 12 جزء متساوى ثم نرسم مماسات للدائرة عند نقط التقسيم المختلفة ويكون طول المماس الأخير هو طول محيط الدائرة أى $2\pi r$ ويقسم المماس الأخير بنفس عدد تقسيم الدائرة ونأخذ أطوال المماسات من نقط التقسيم ونصل نهايات هذه المماسات فينتج المطلوب كما يوضح شكل (2-34).



شكل (2-34): المنحنى الأنفليوتى للدائرة Involute of a Circle

– المنحنى البريمى Helix

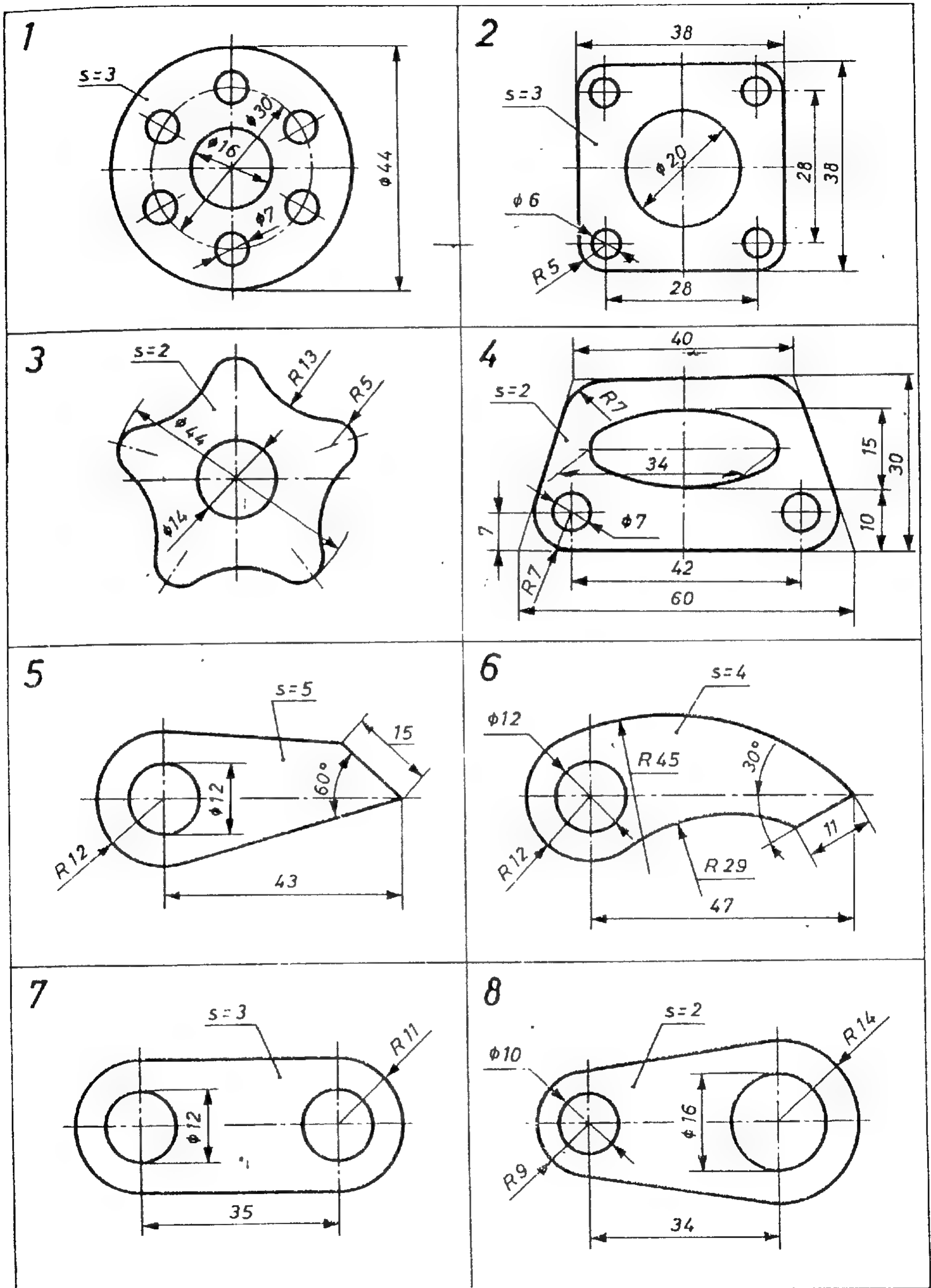
ينشأ المنحنى البريمى من دوران نقطة حول محور مع إنتقالها فى اتجاه هذا المحور بمسافات تتناسب مع زوايا الدوران المختلفة أى أنها حركة دورانية وانتقالية فى نفس الوقت. والمنحنى بهذا يكون مرسوماً على سطح إسطوانة نصف قطرها بعد النقطة عن المحور ومسقطه الأفقى هو دائرة والذى يعيننا هو مسقطه الرأسى ويتحدد كما هو مبين بشكل (2-35) بمعلومية نصف القطر والخطوة وهى المسافة التى تنقلها النقطة فى اتجاه المحور عندما تدور حوله دورة كاملة أى 360 درجة ويرسم المنحنى بتقسيم الخطوة ومحيط الدائرة إلى نفس العدد من الأقسام وإسقاط نقط التقسيم الخطوة ومحيط الدائرة الى نفس العدد من الاقسام وإسقاط نقط التقسيم من الدائرة إلى الخطوط الأفقية المارة بنقط تقسيم الخطوة فى المسقط الرأسى.

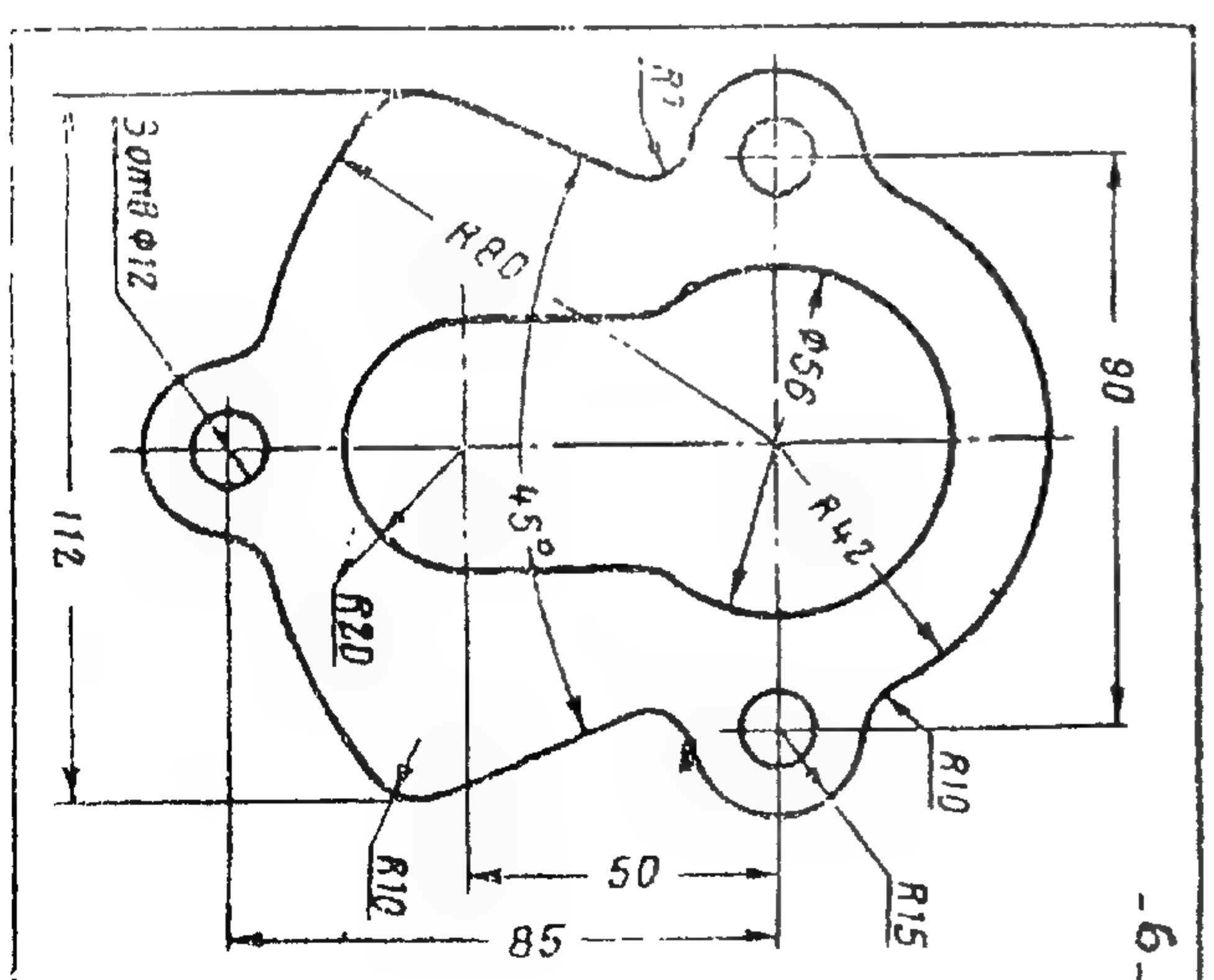
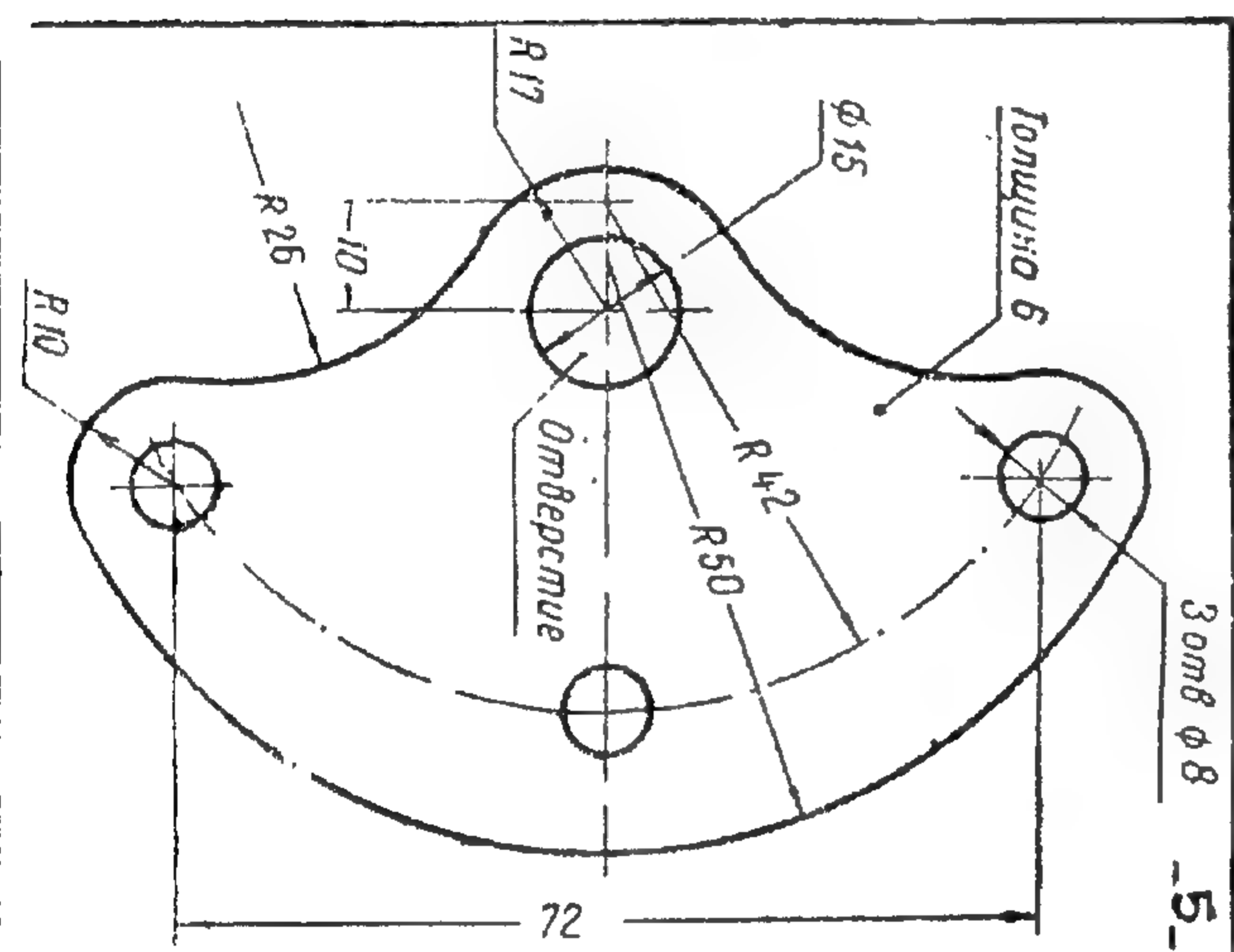
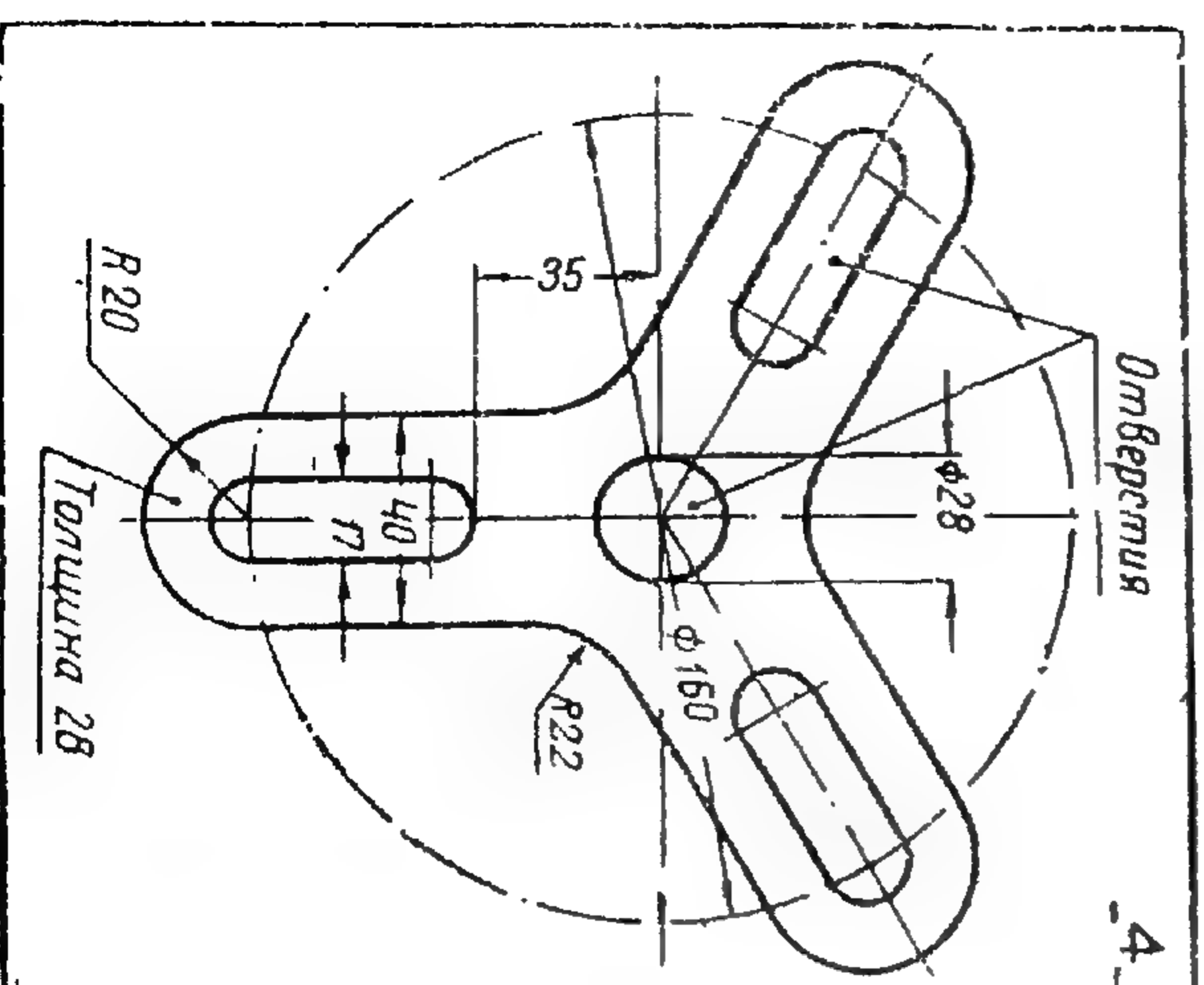
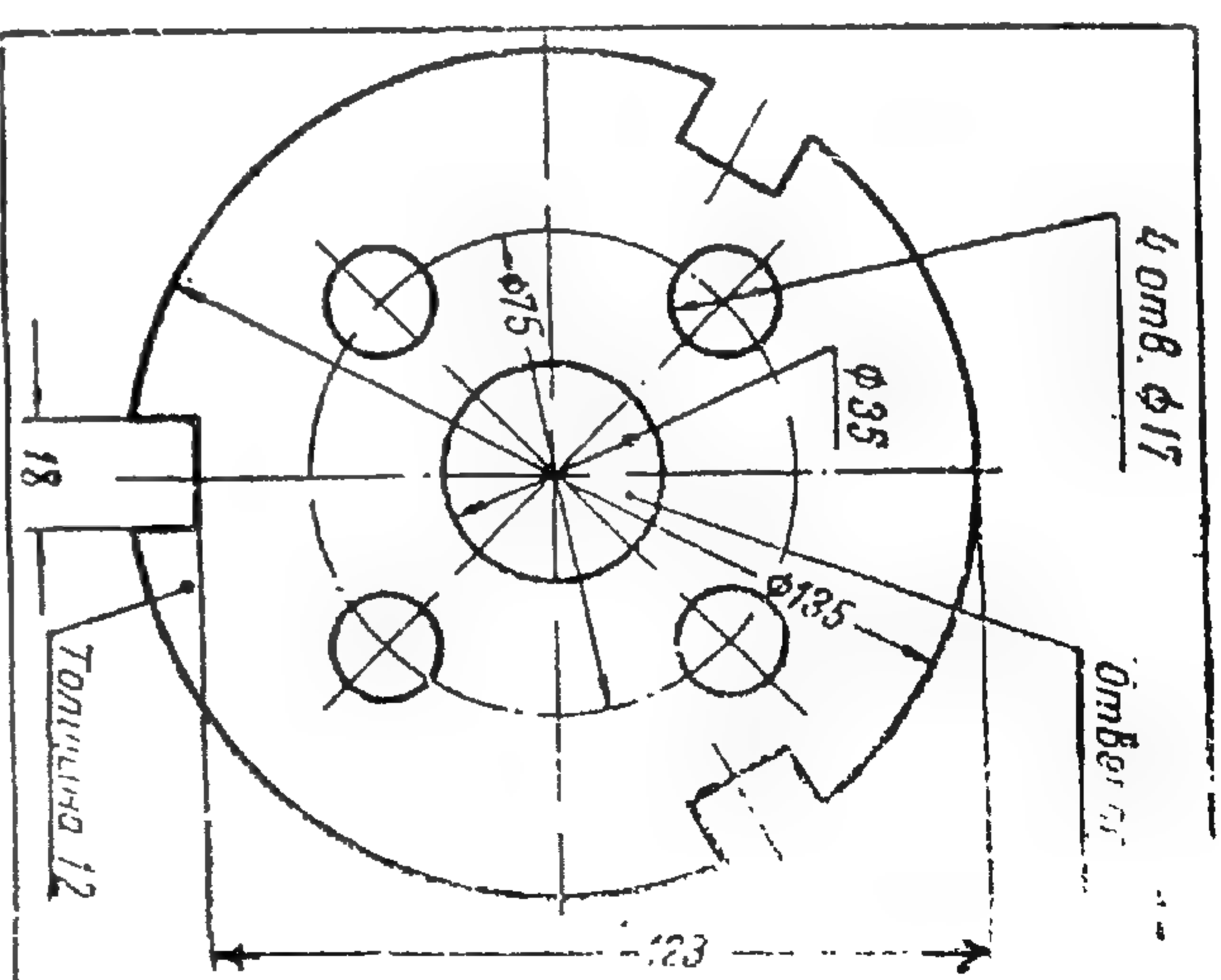
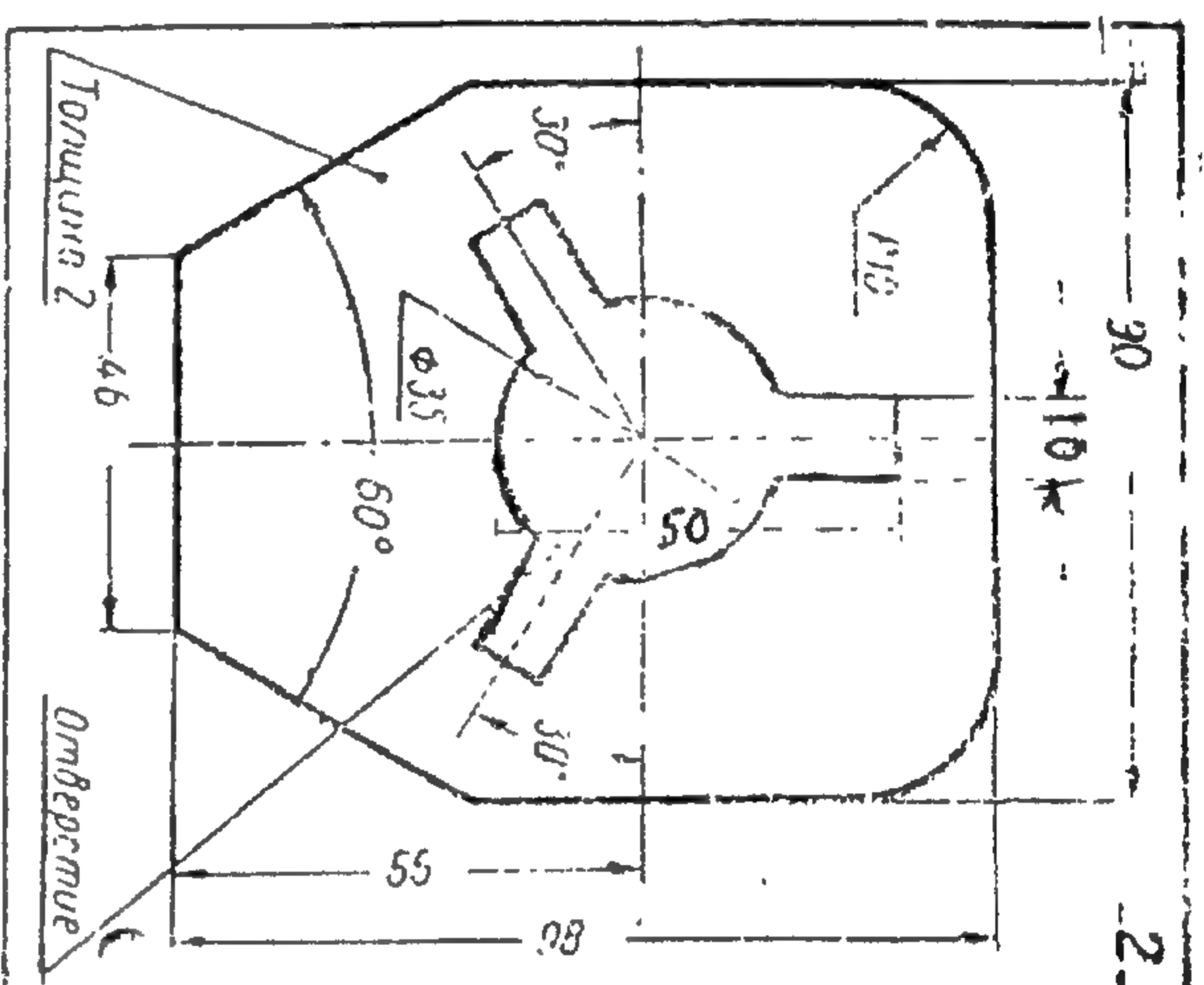
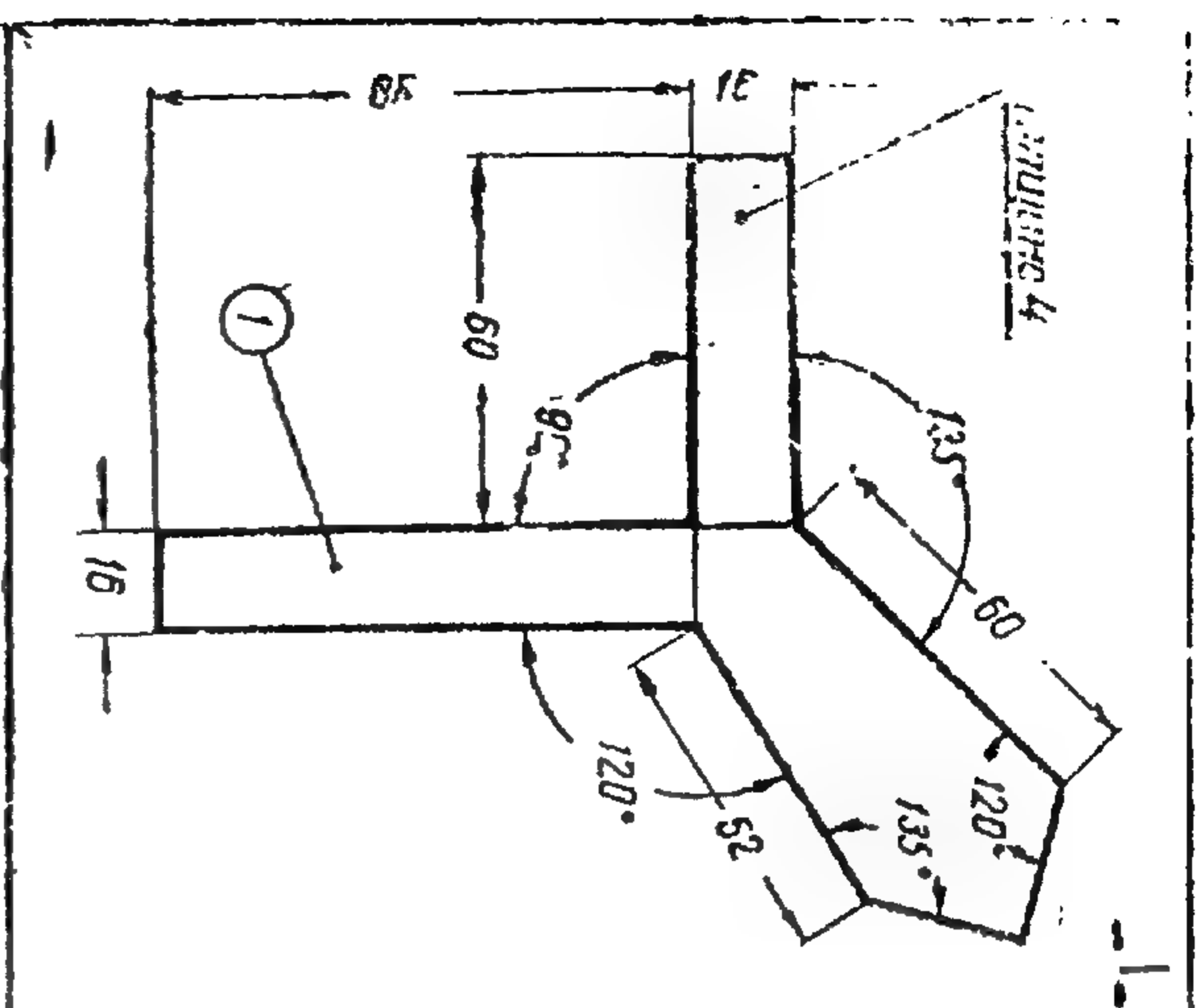


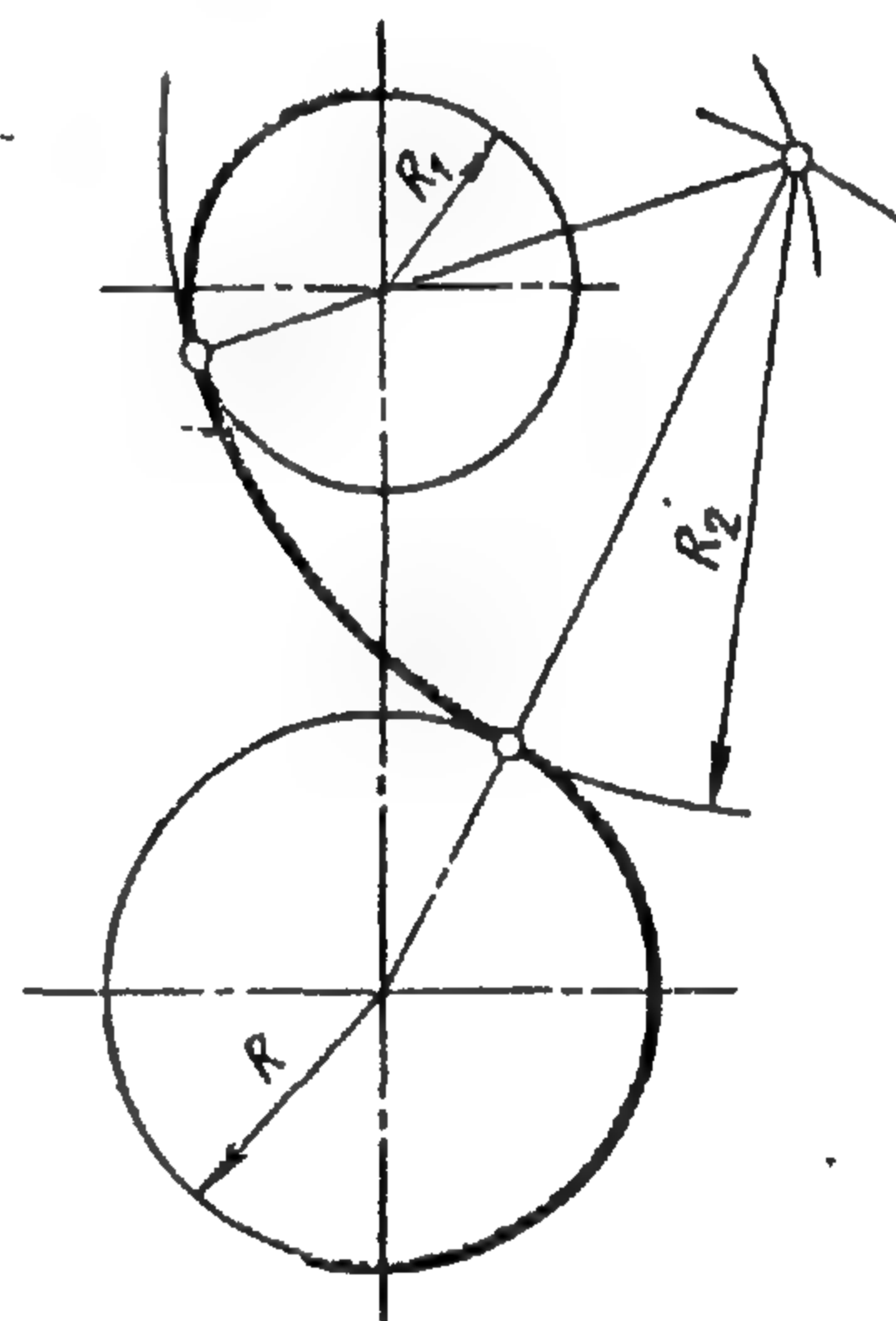
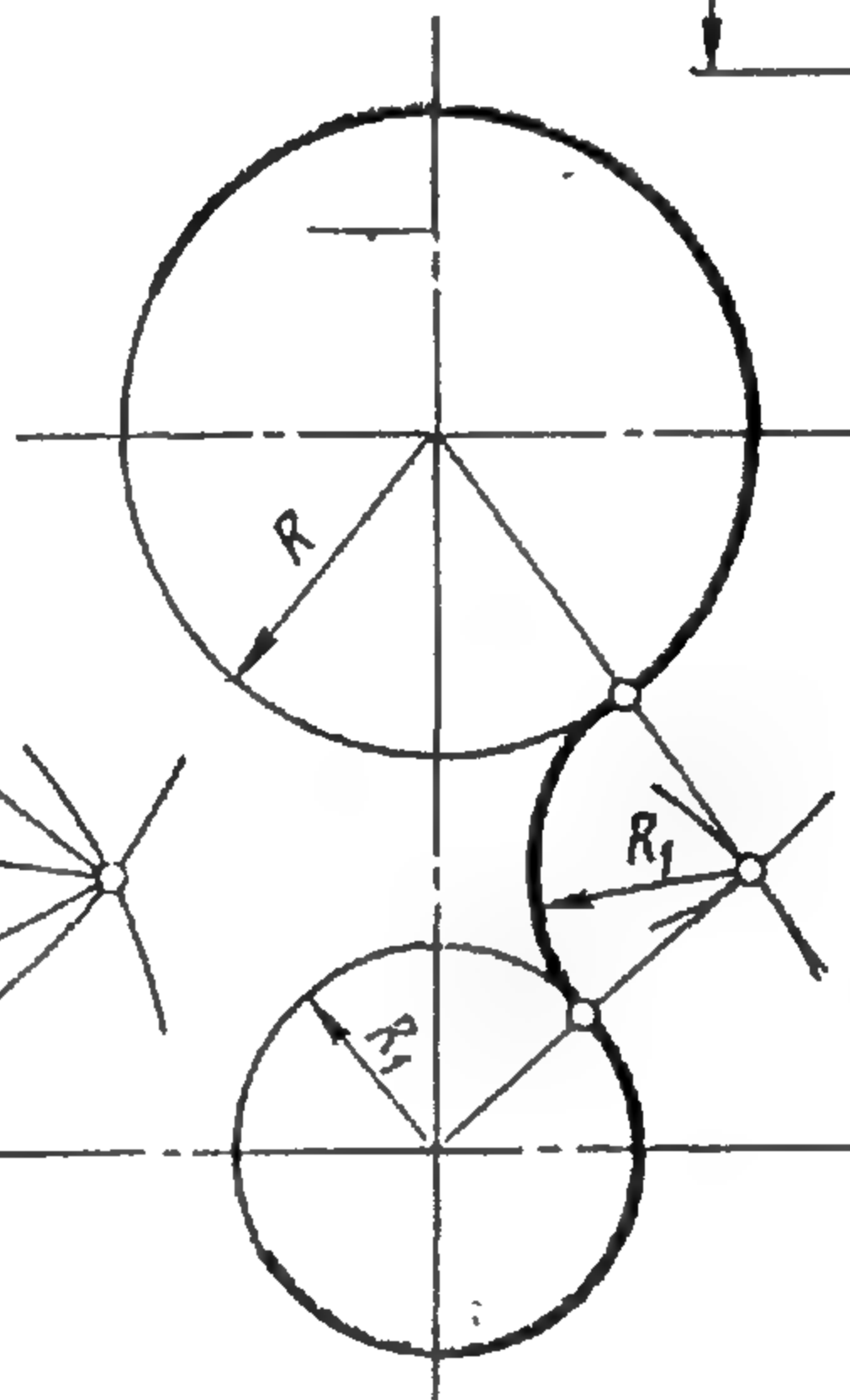
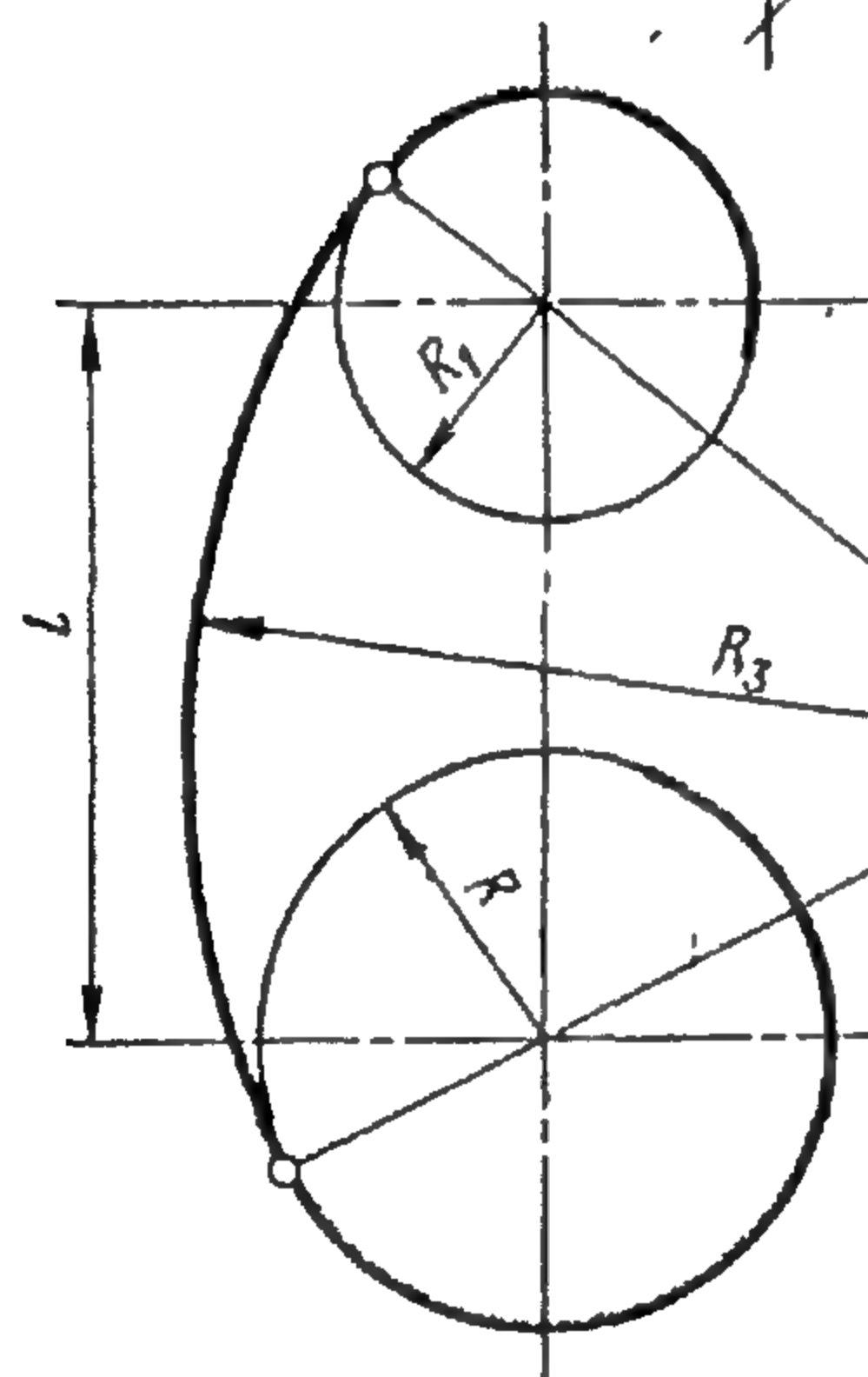
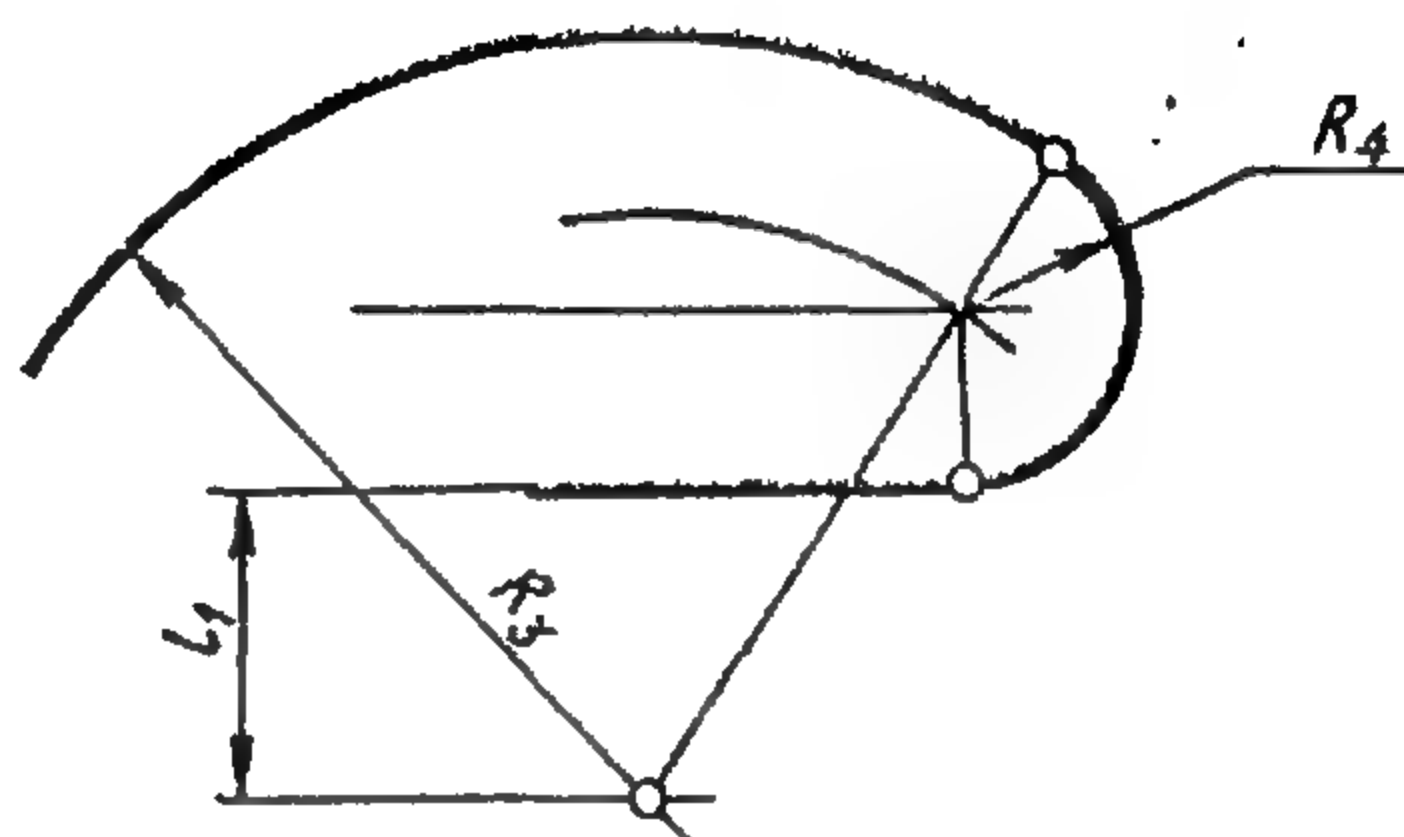
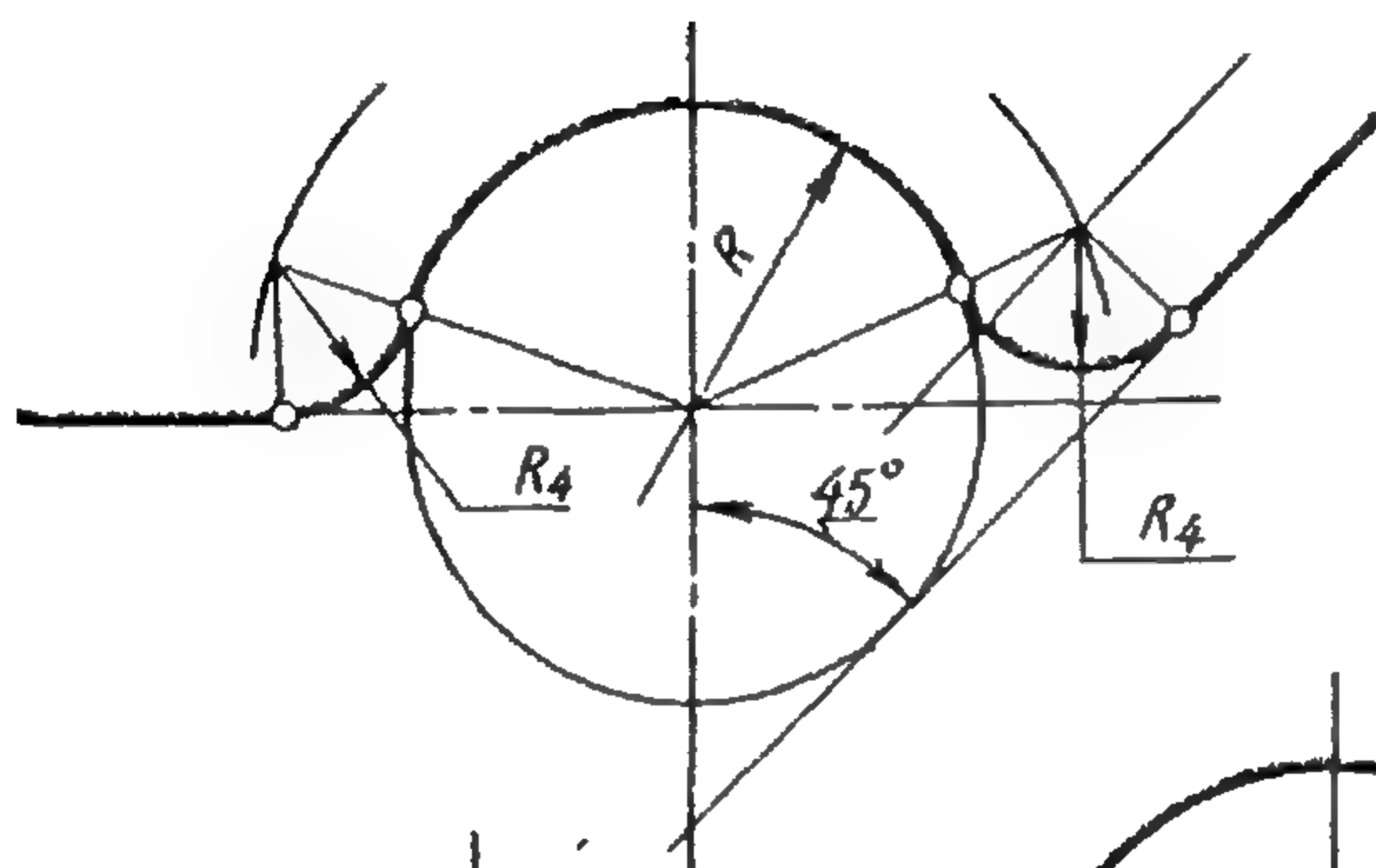
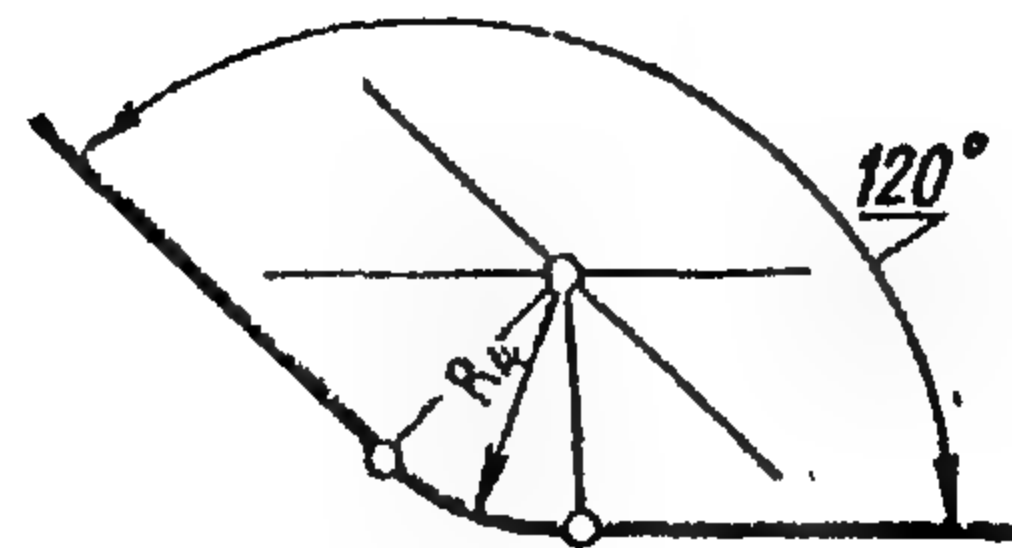
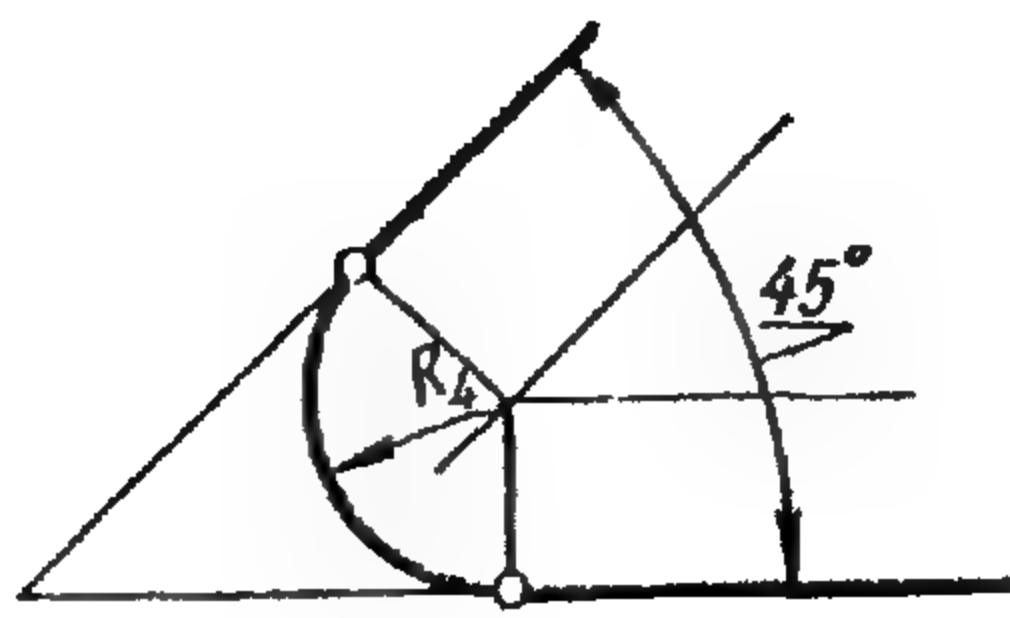
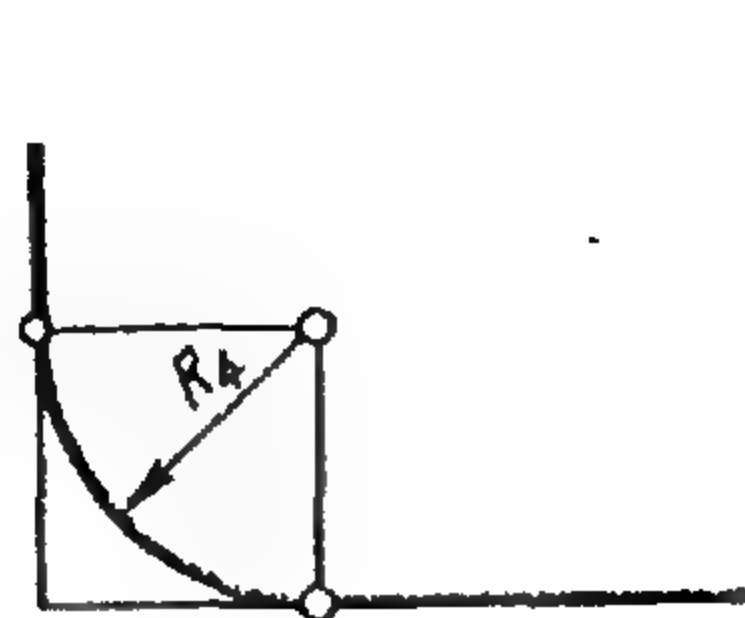
شكل (2-35): المنحنى البريمى Helix

تمارين على الباب الثانى

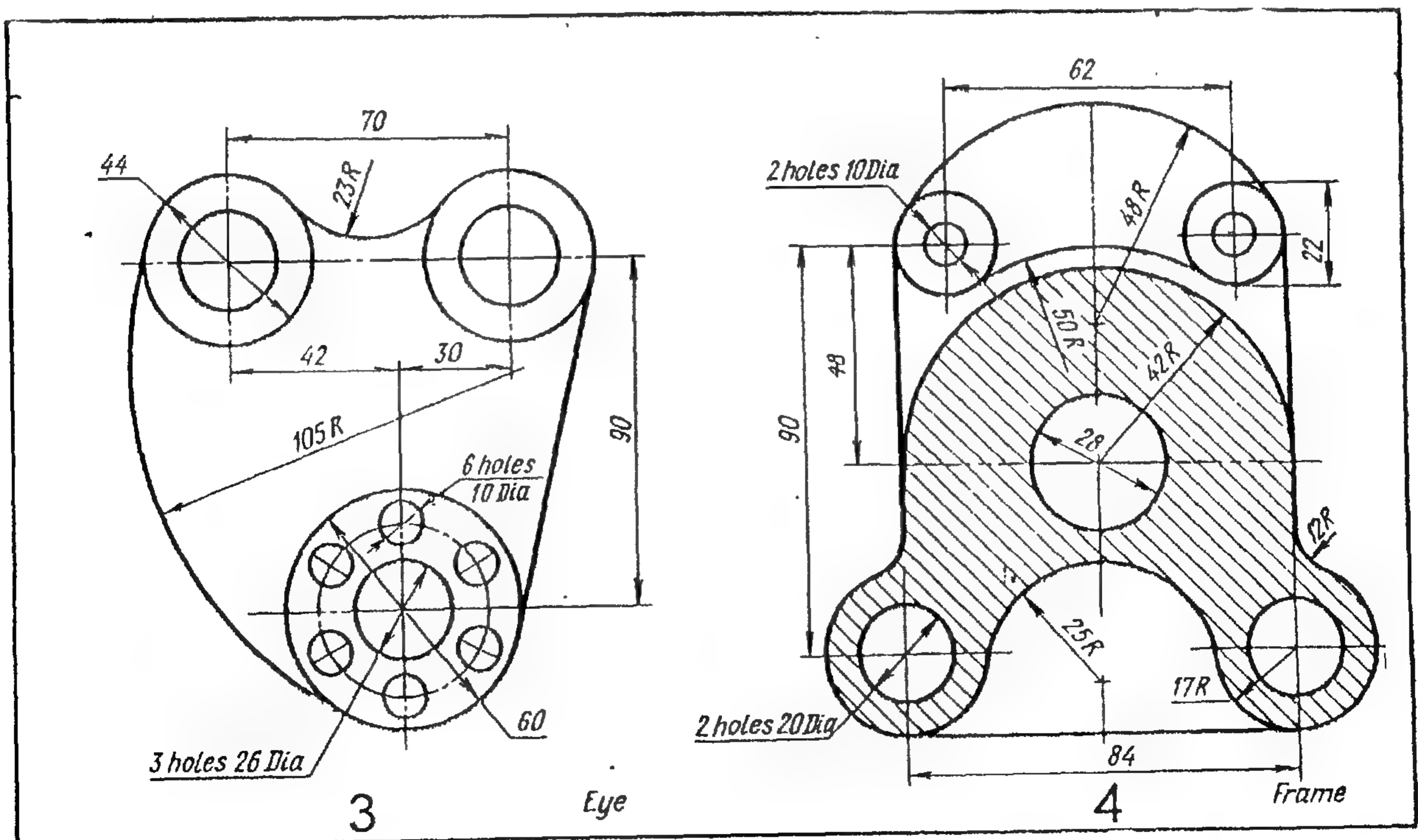
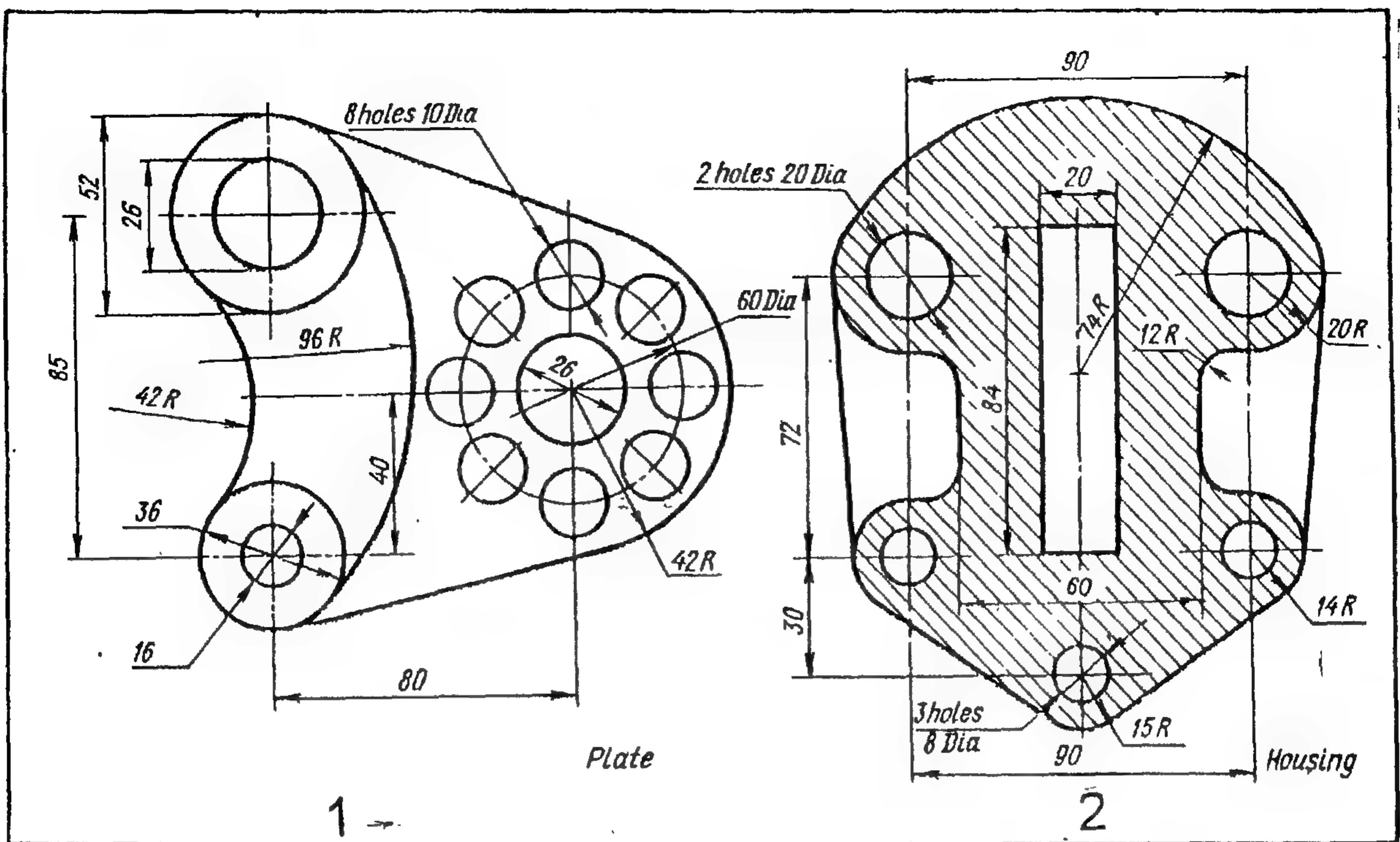
بمقياس مناسب ارسم الأشكال الآتية

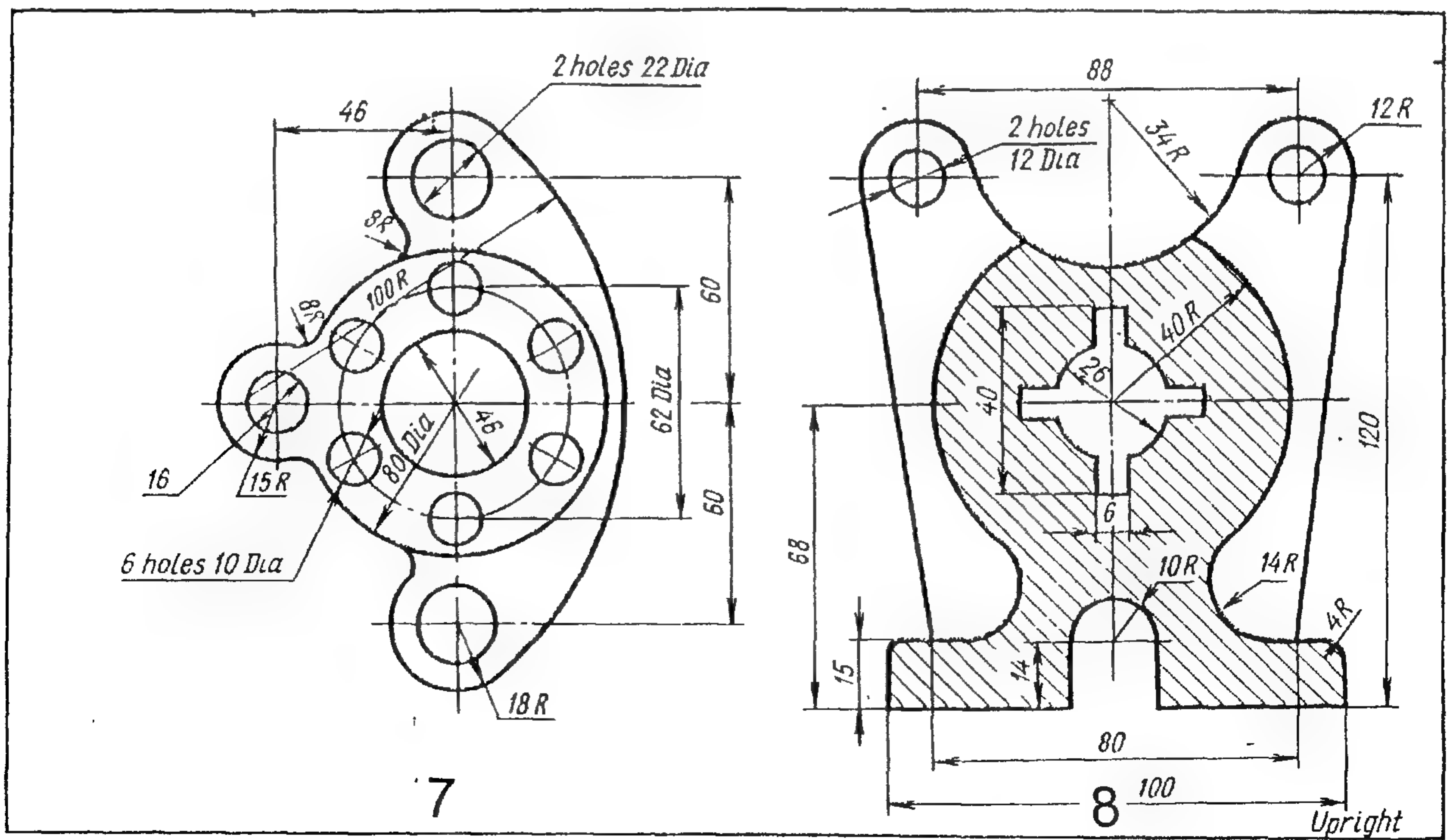
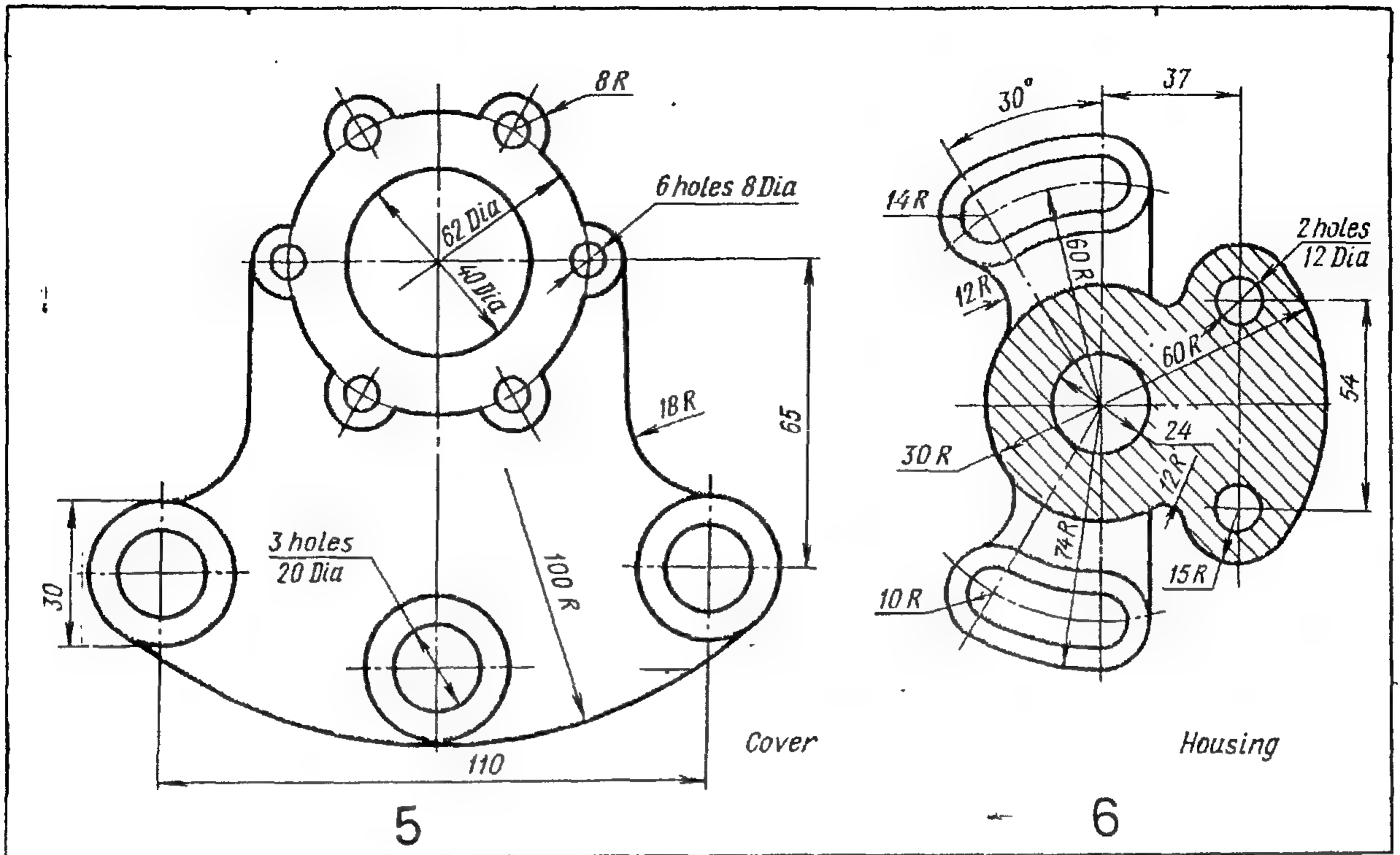


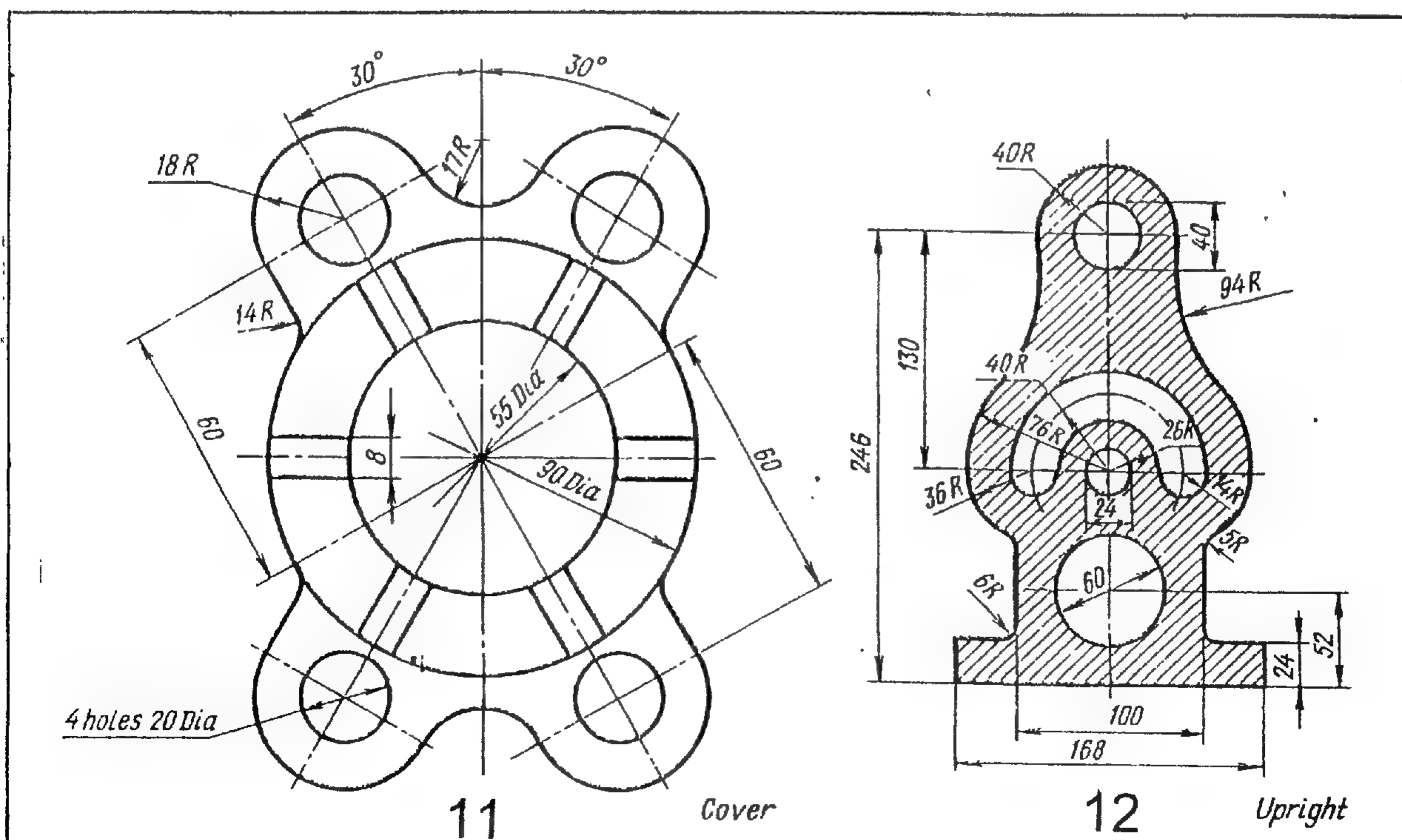
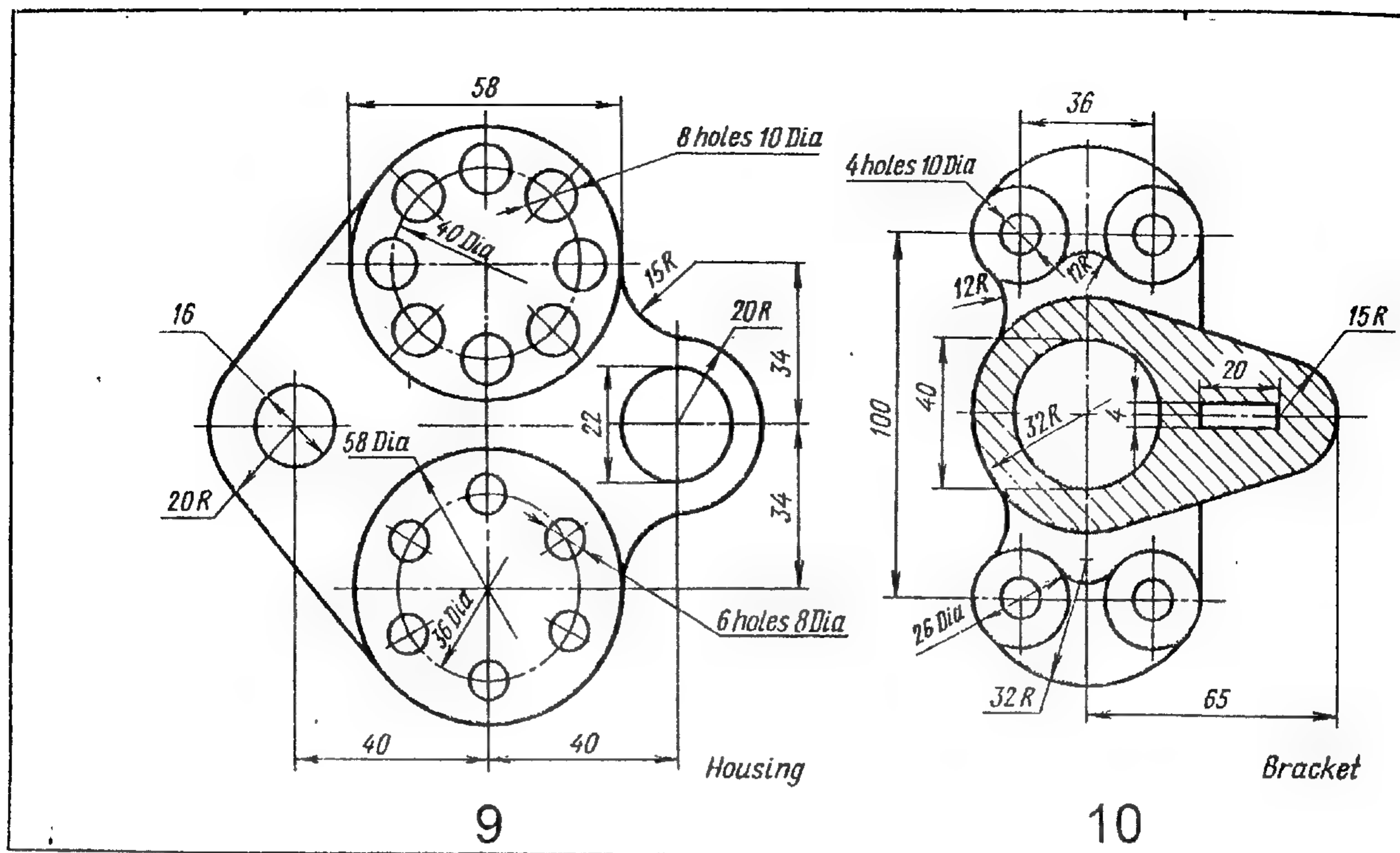


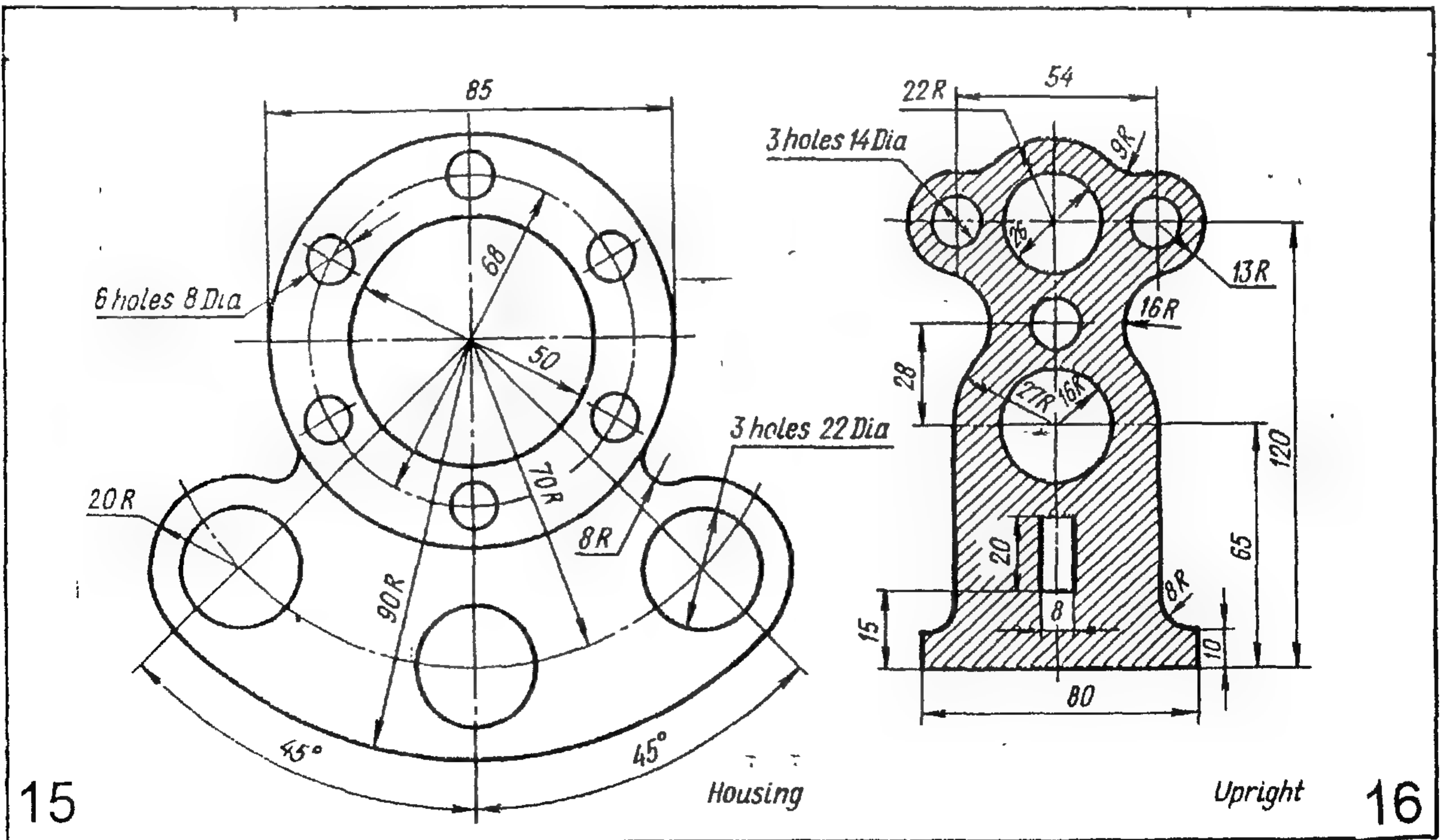
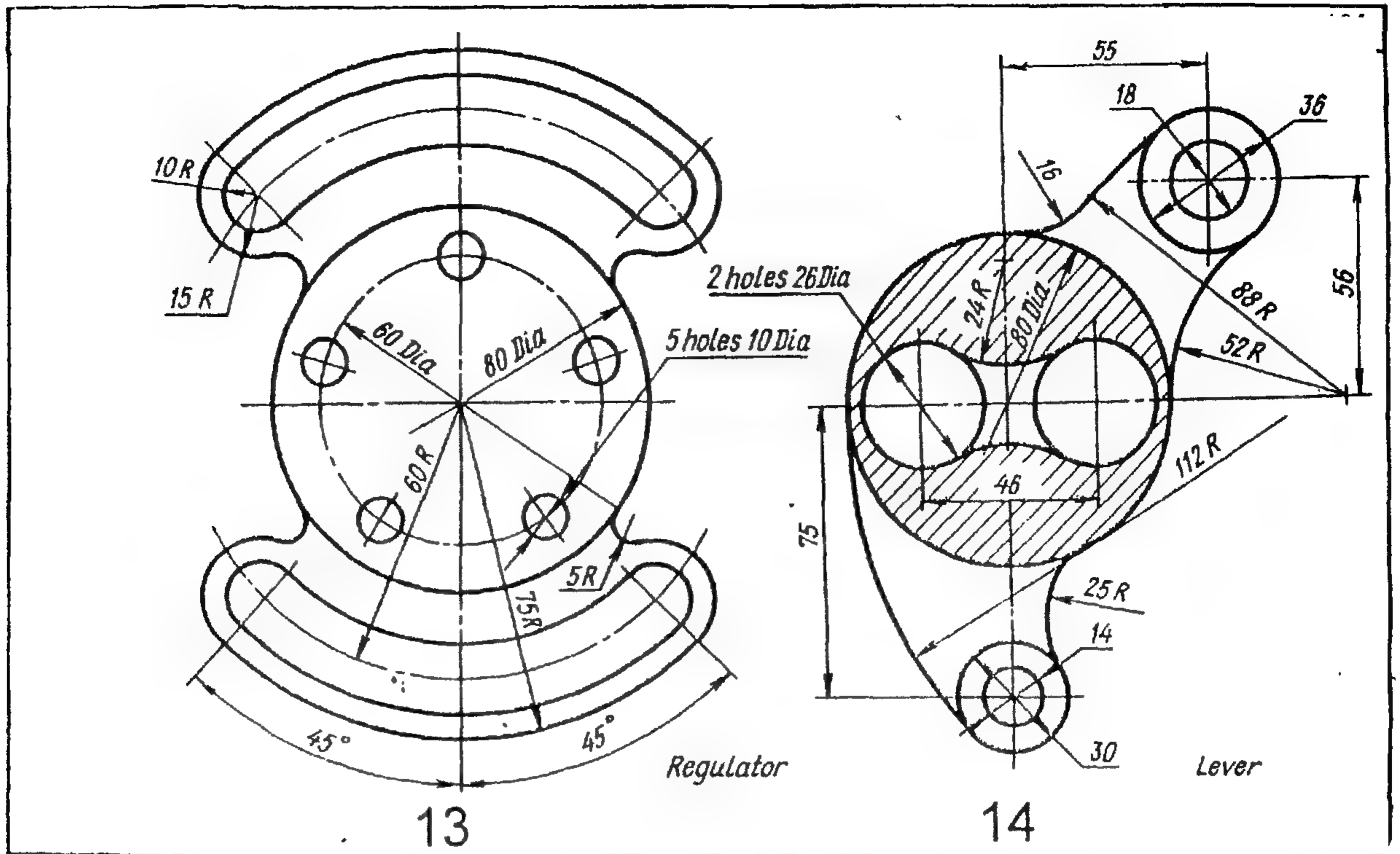


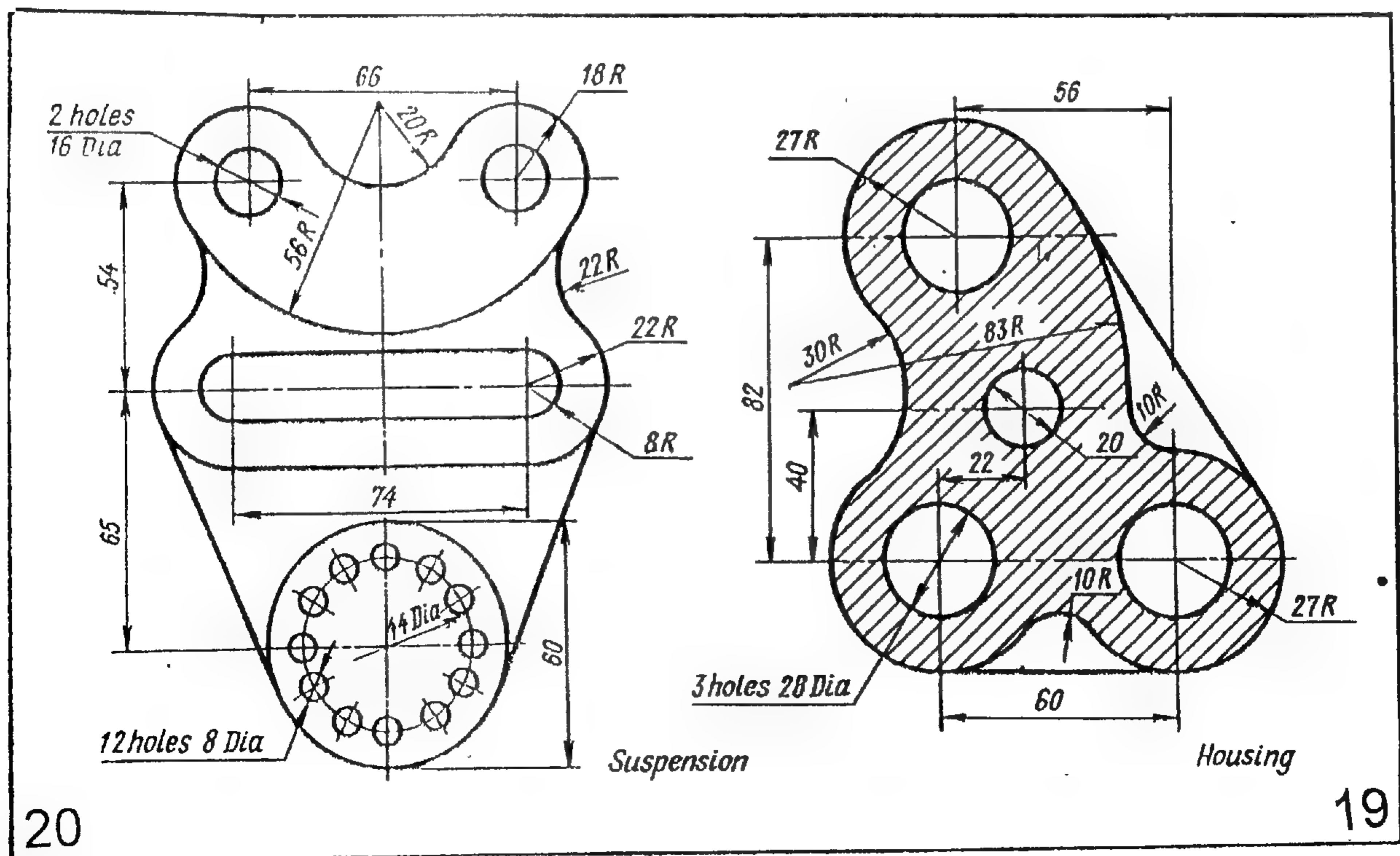
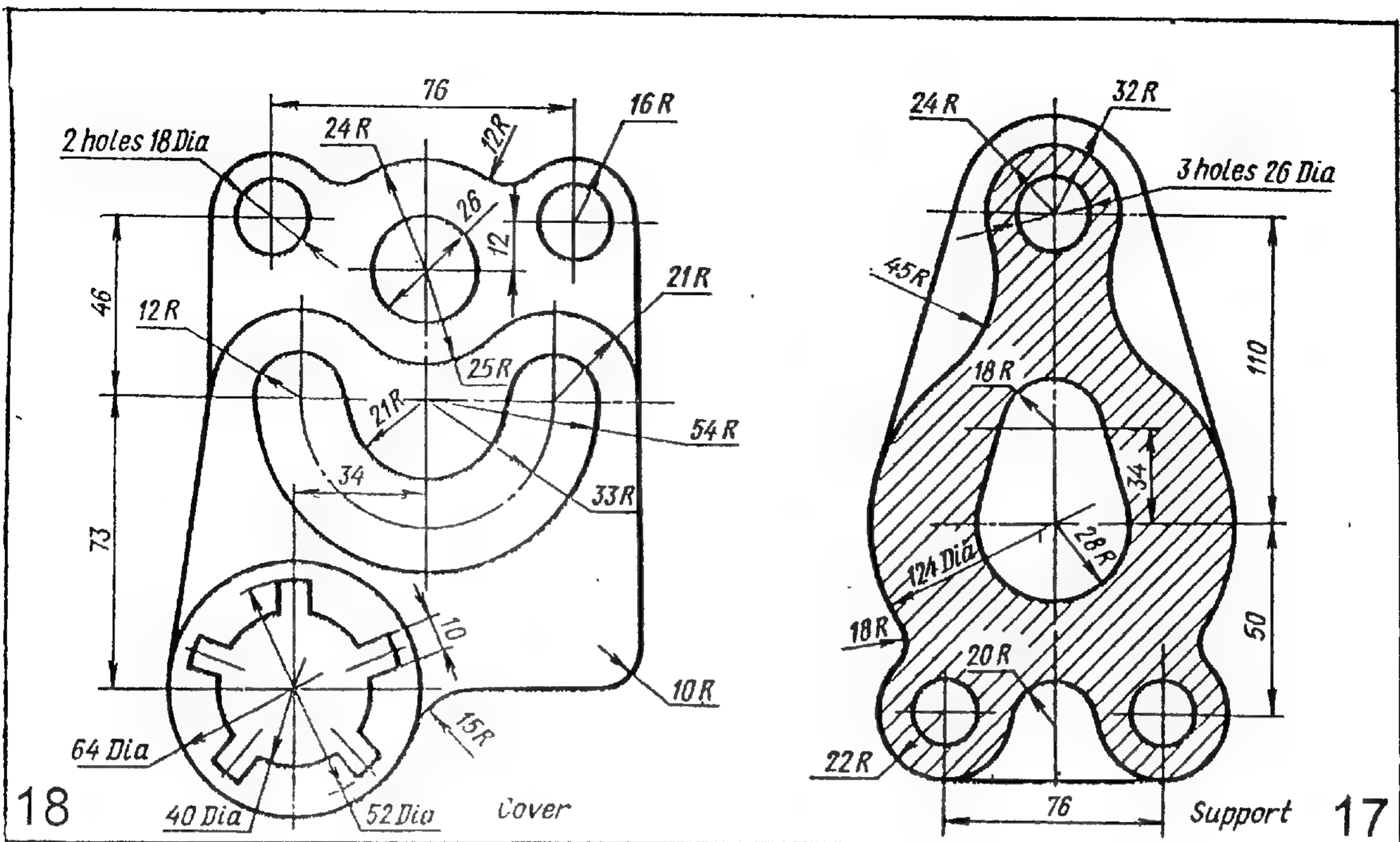
Dimensions in mm	Exercise No. <i>i</i>																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R	35	25	30	32	30	29	34	33	30	28	33	30	34	32	29	34	25	30	31	34
R_1	25	15	20	18	20	18	24	20	25	18	24	22	23	20	19	23	16	24	26	26
R_2	50	48	40	42	50	48	55	55	60	40	55	38	50	54	48	55	47	60	60	52
R_3	70	68	65	60	85	68	70	68	70	69	70	62	70	68	66	70	68	72	69	70
R_4	15	12	14	12	13	16	15	14	13	13	18	15	14	15	17	16	12	13	14	16
l	70	60	65	60	70	72	75	70	75	74	72	65	69	72	72	75	60	75	74	69
l_1	25	20	22	18	21	23	20	25	22	25	19	22	25	25	22	20	20	22	21	25

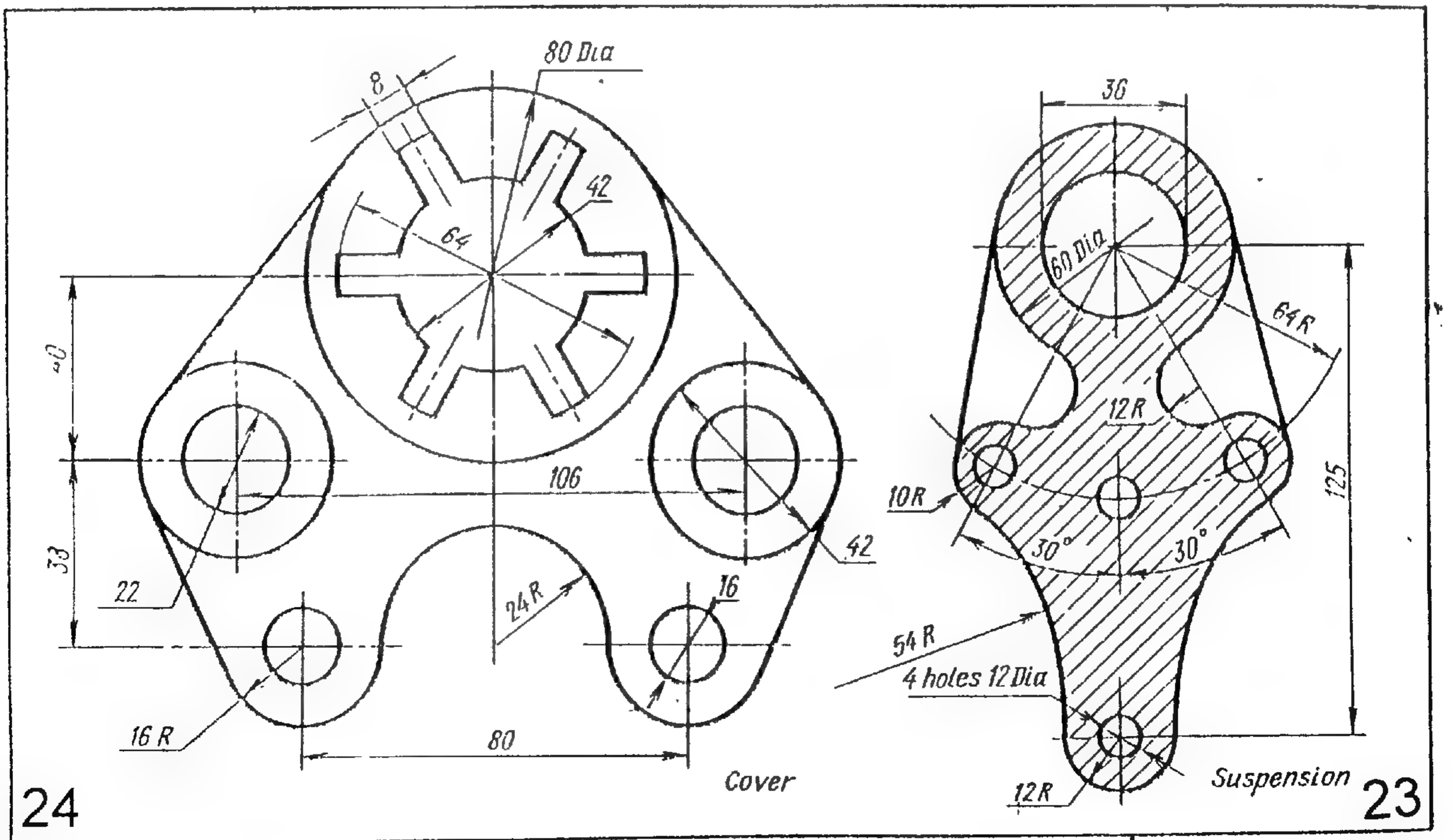
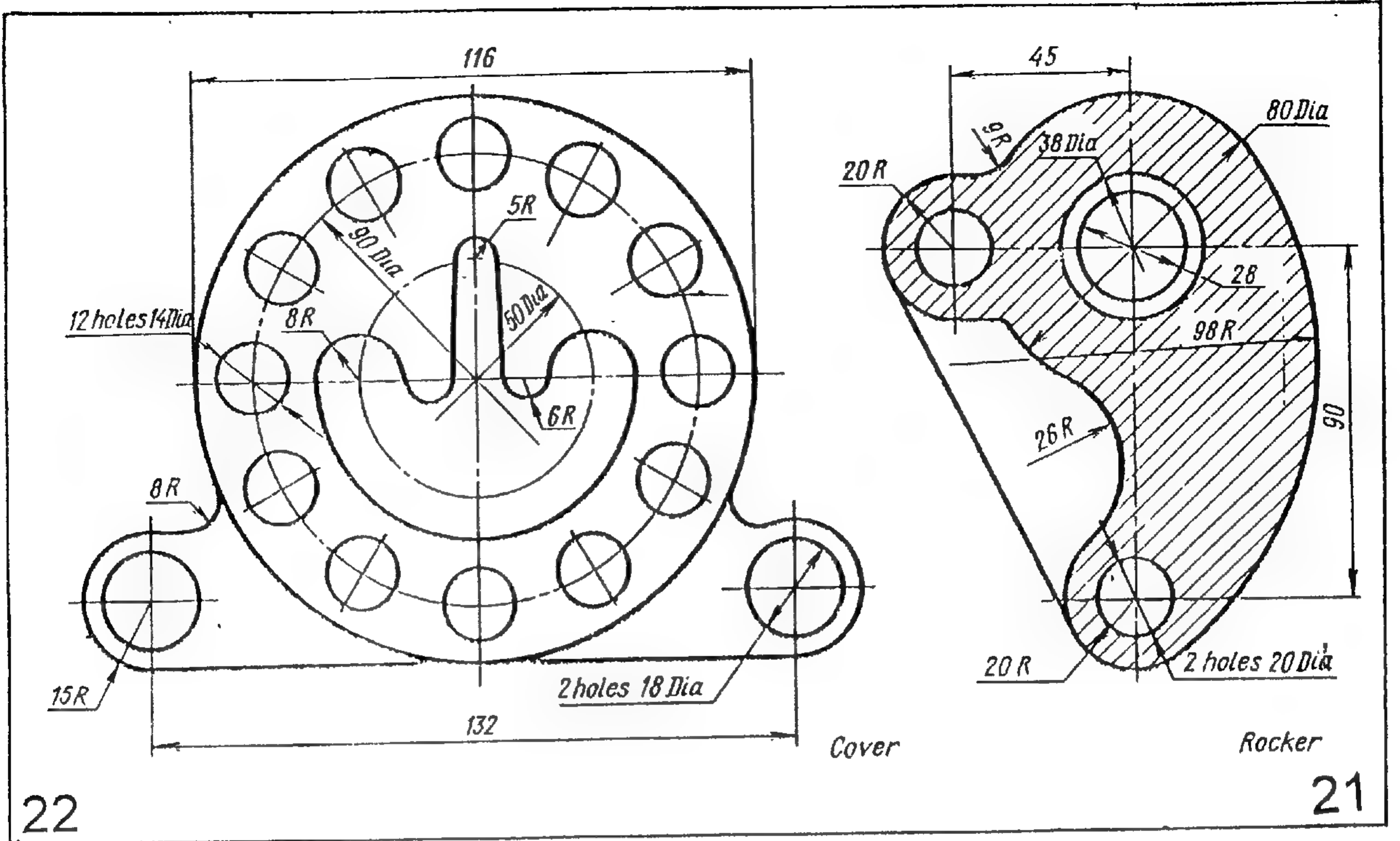


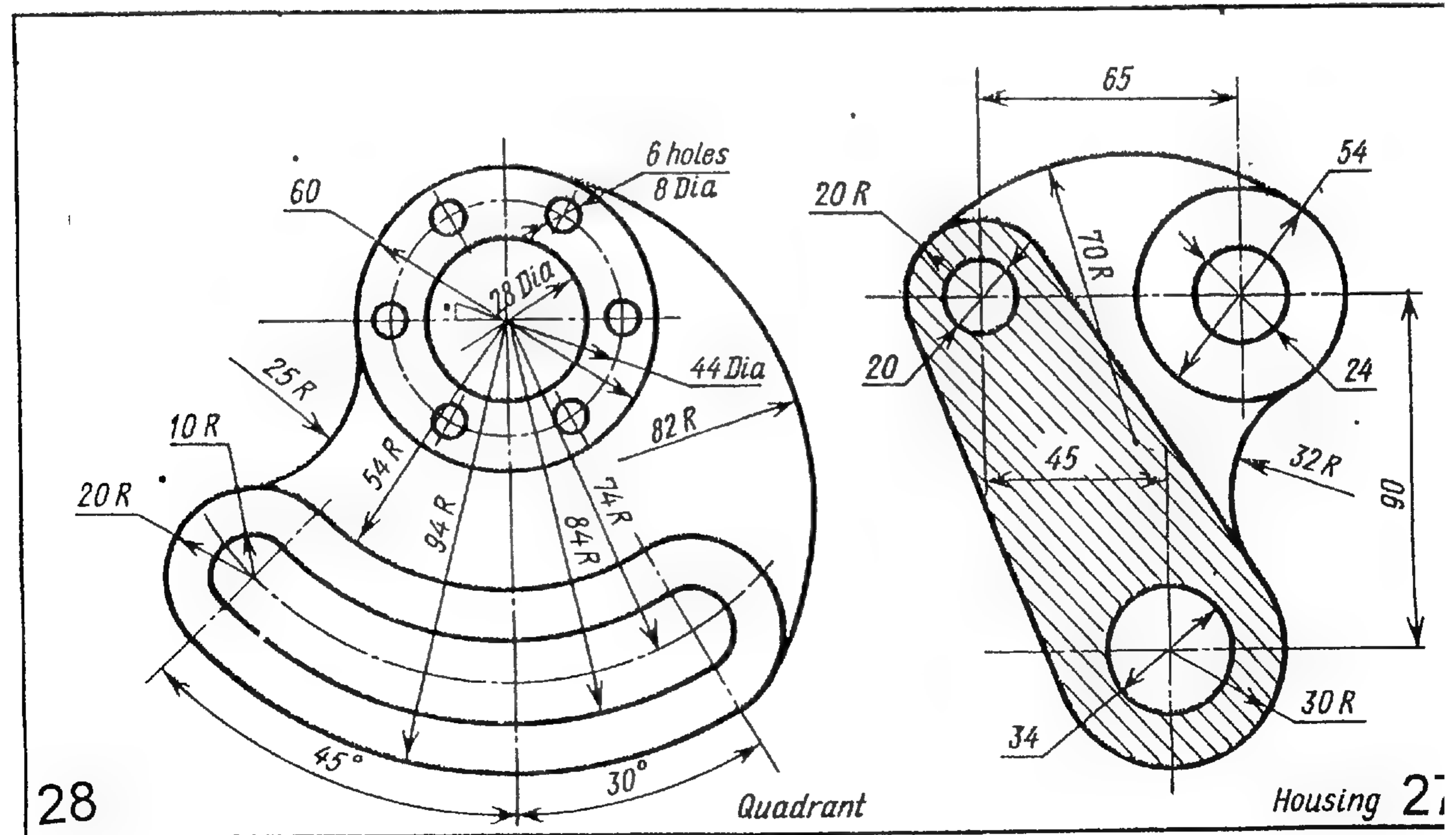
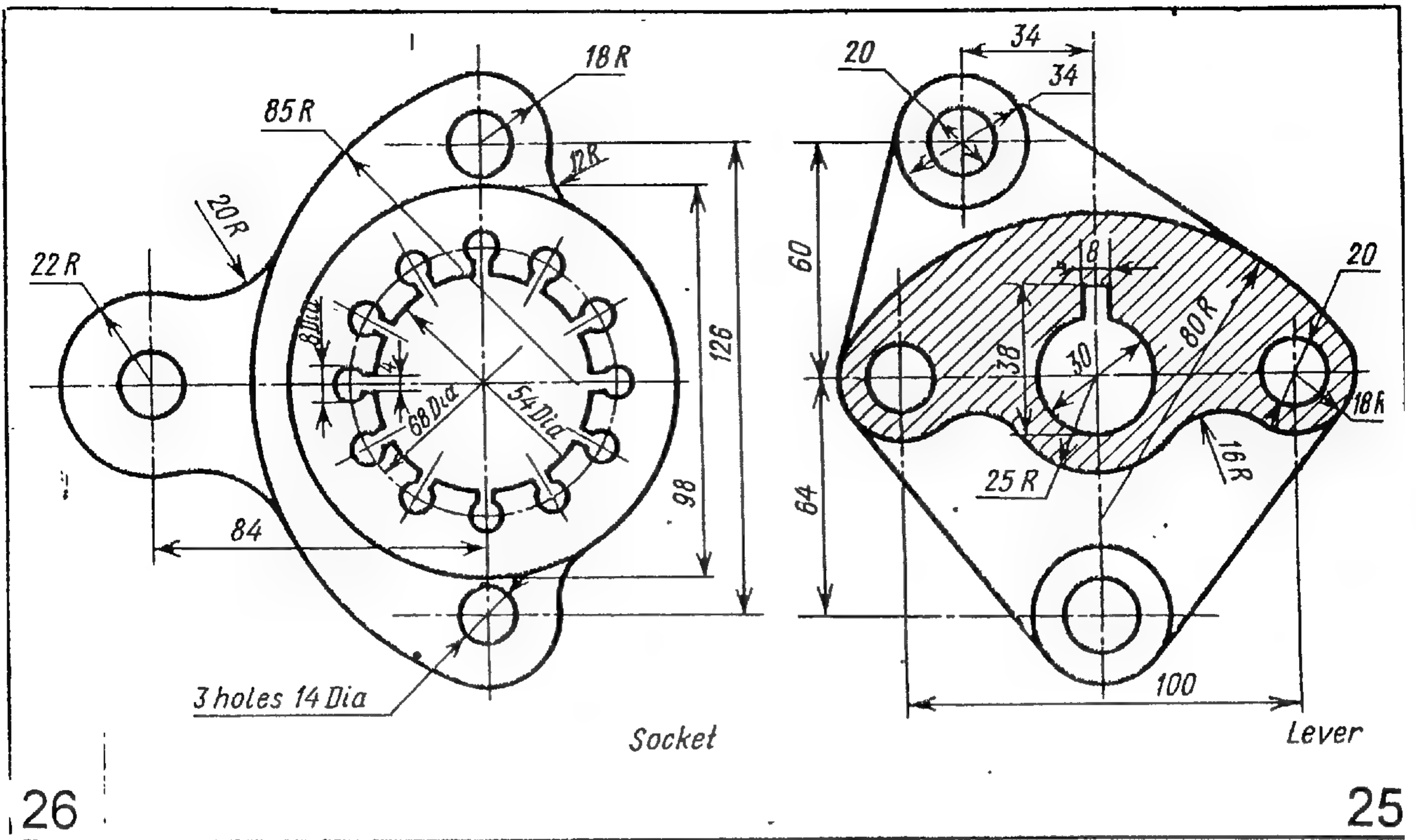


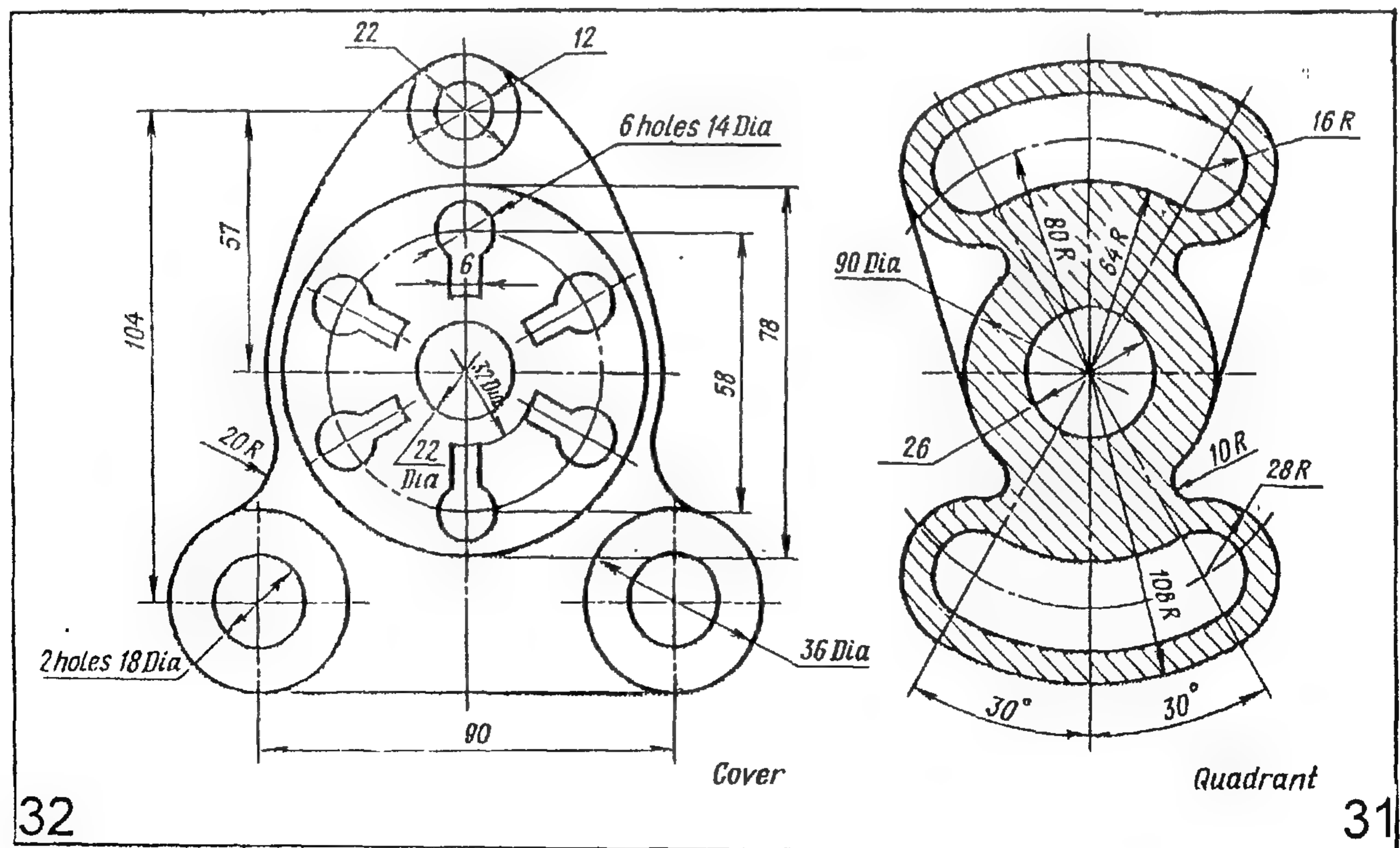
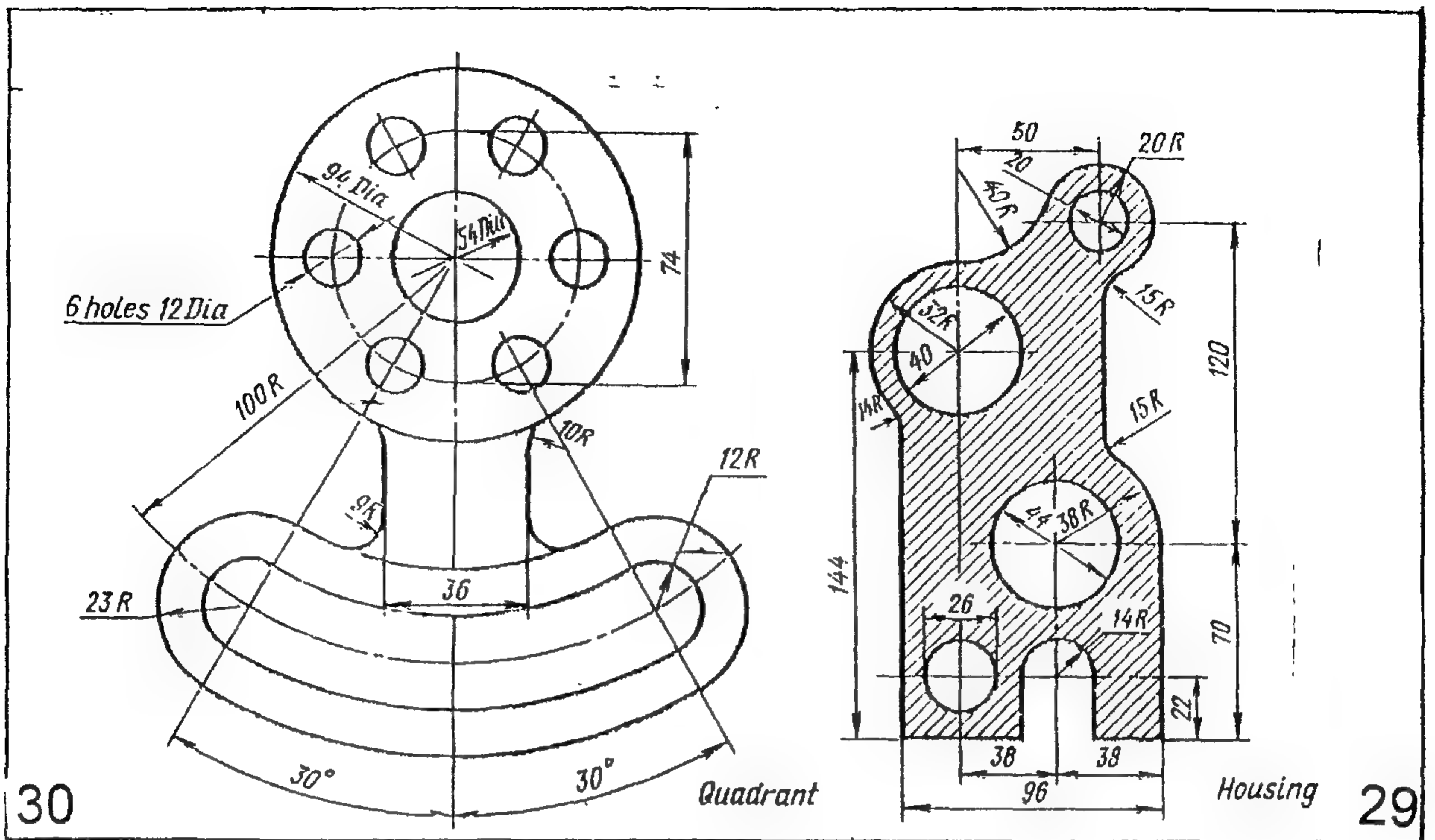


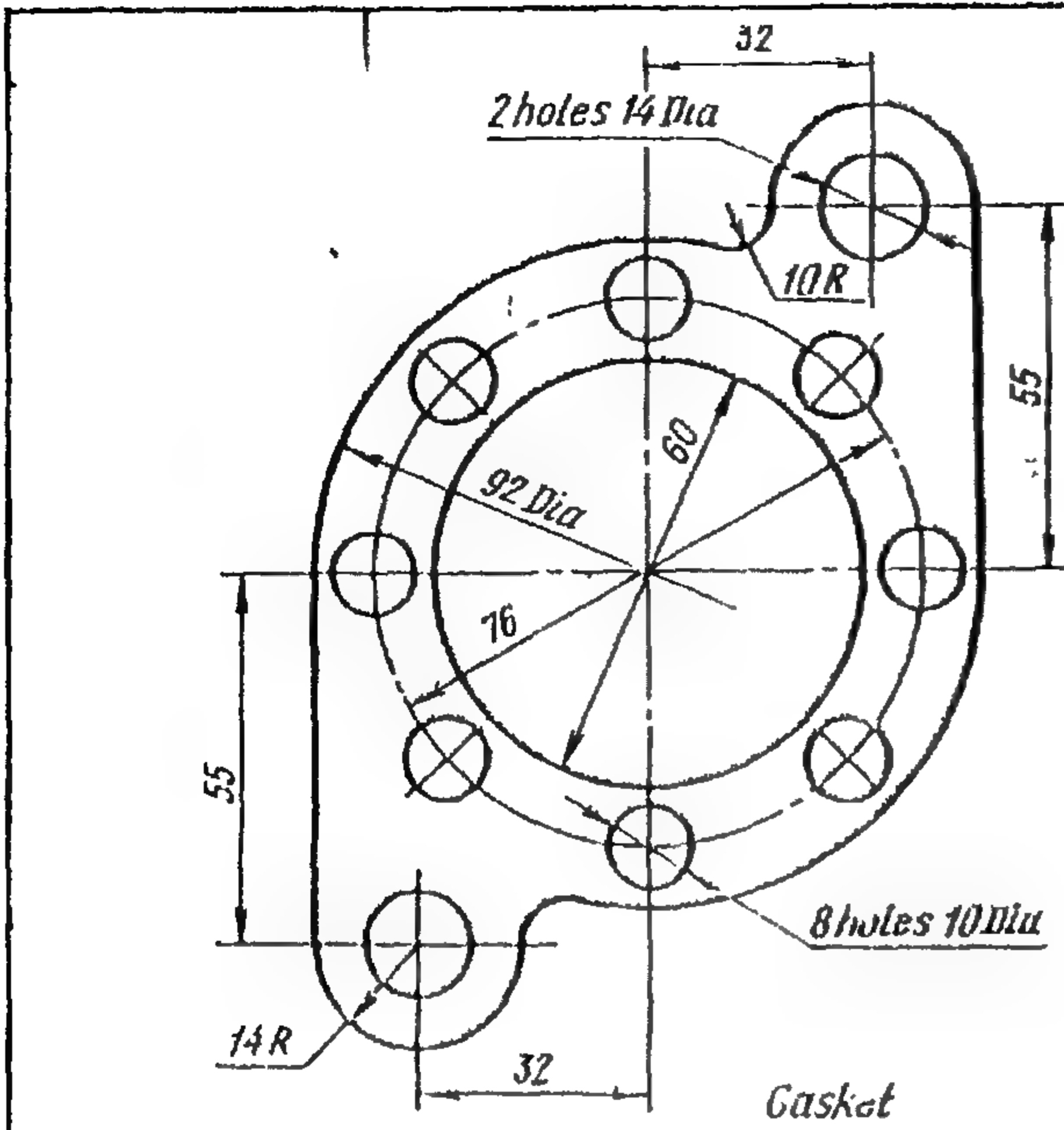




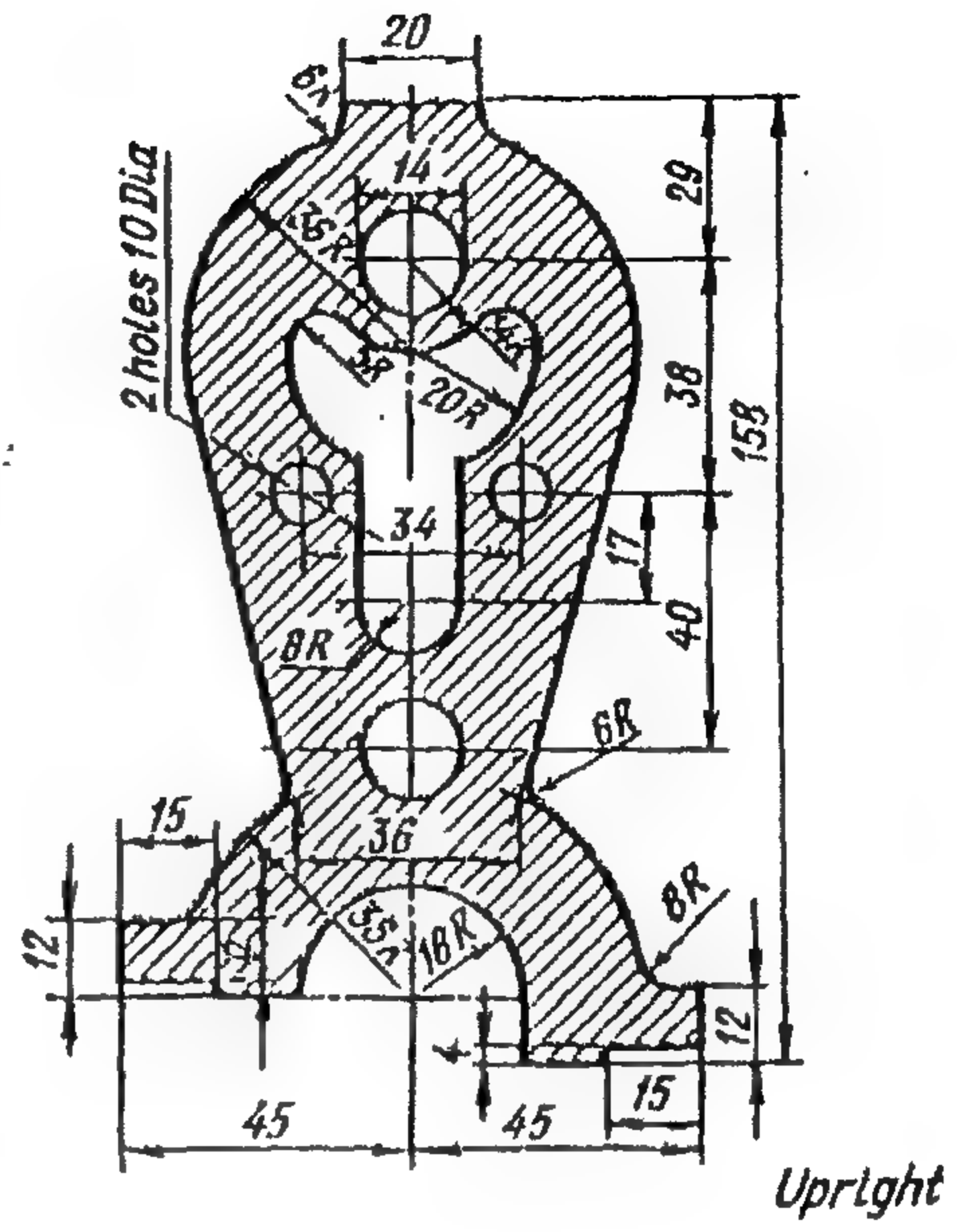




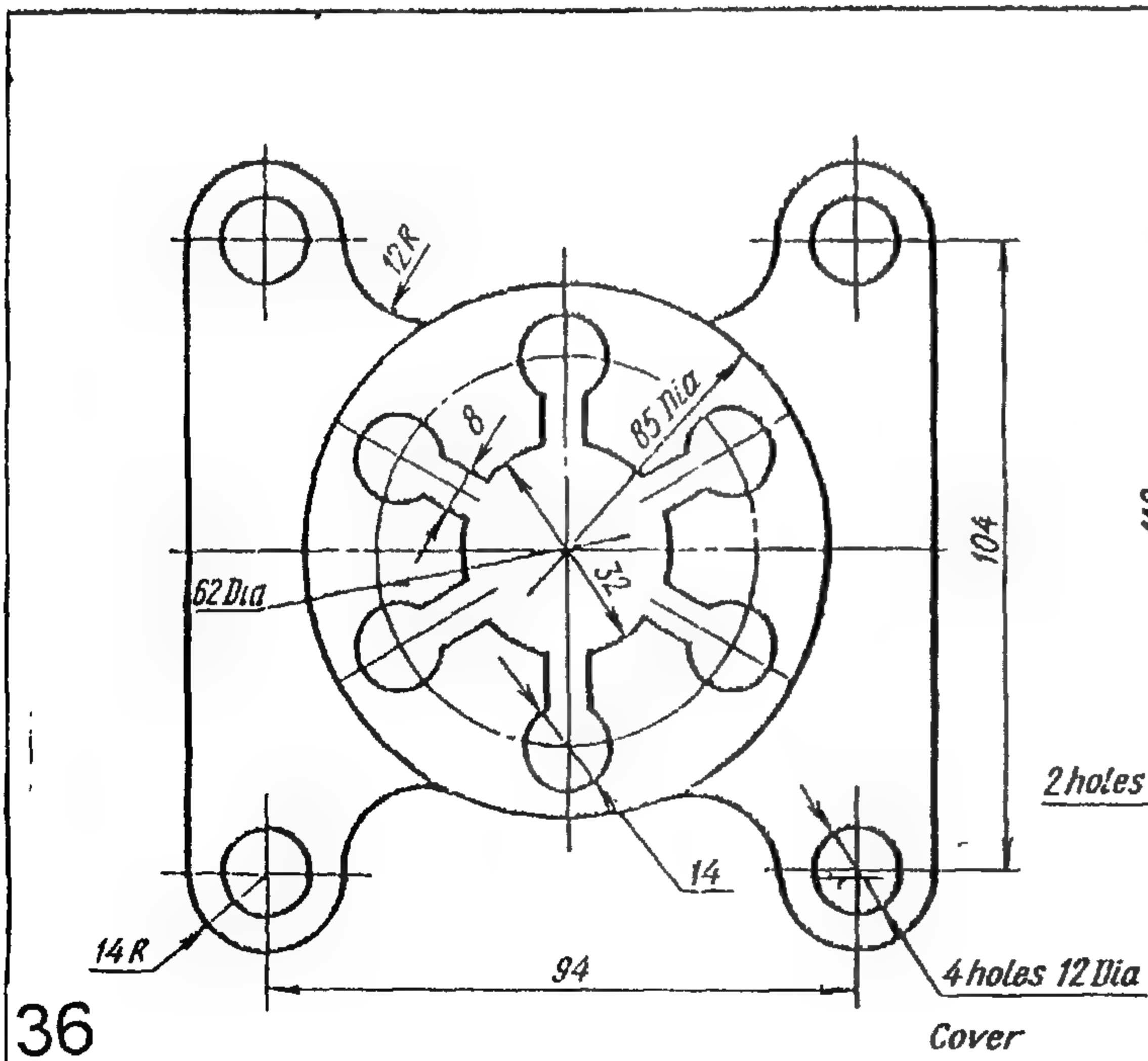




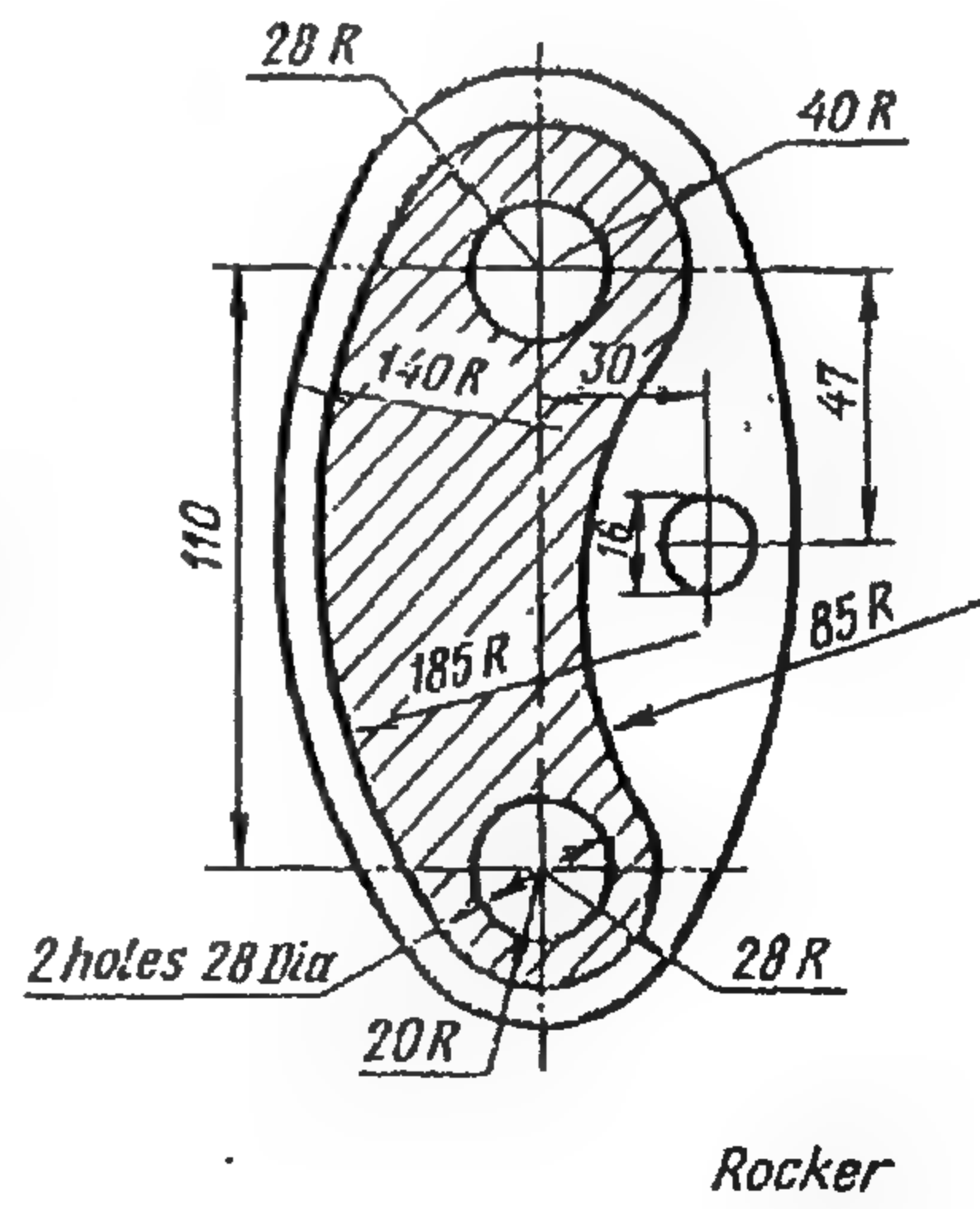
34



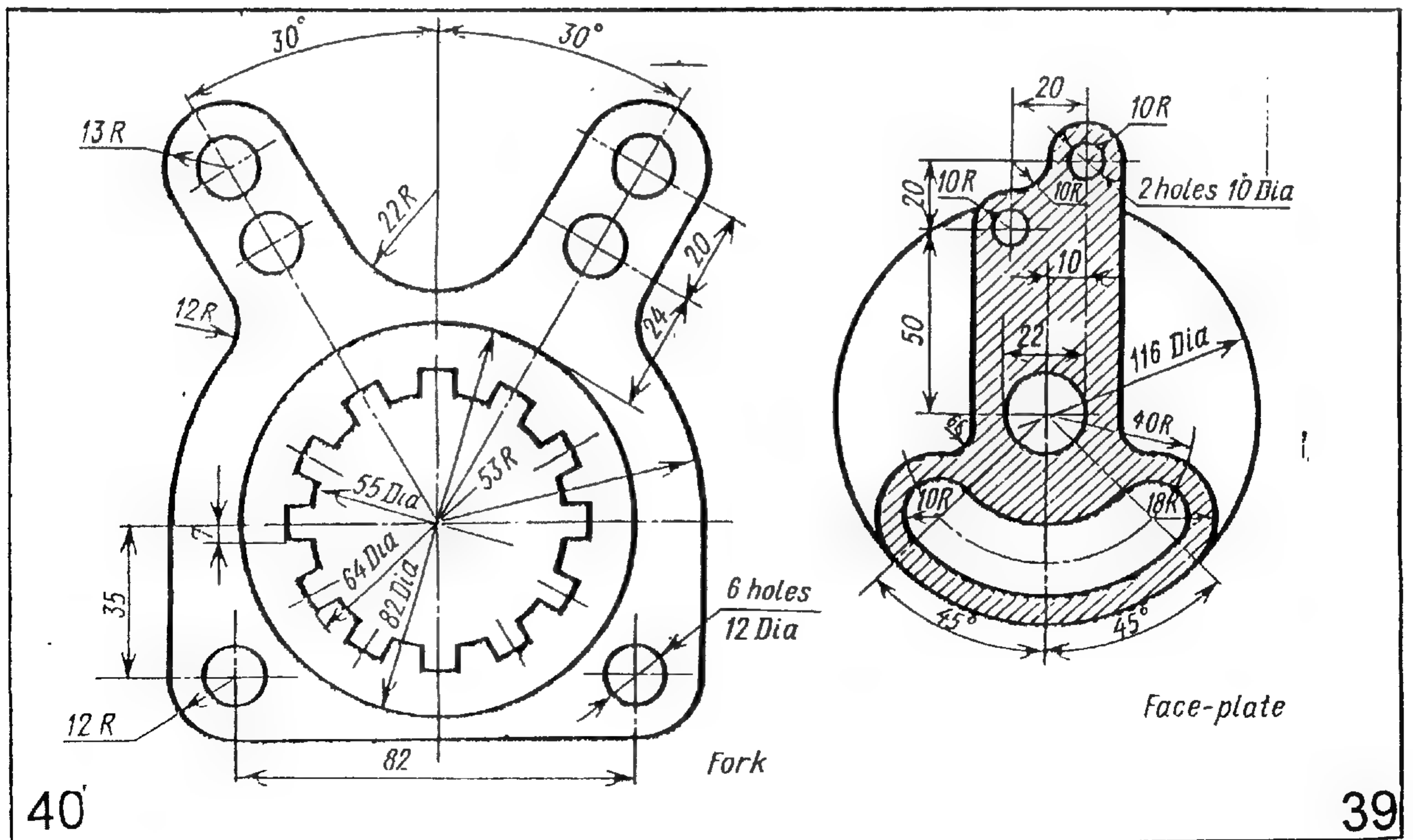
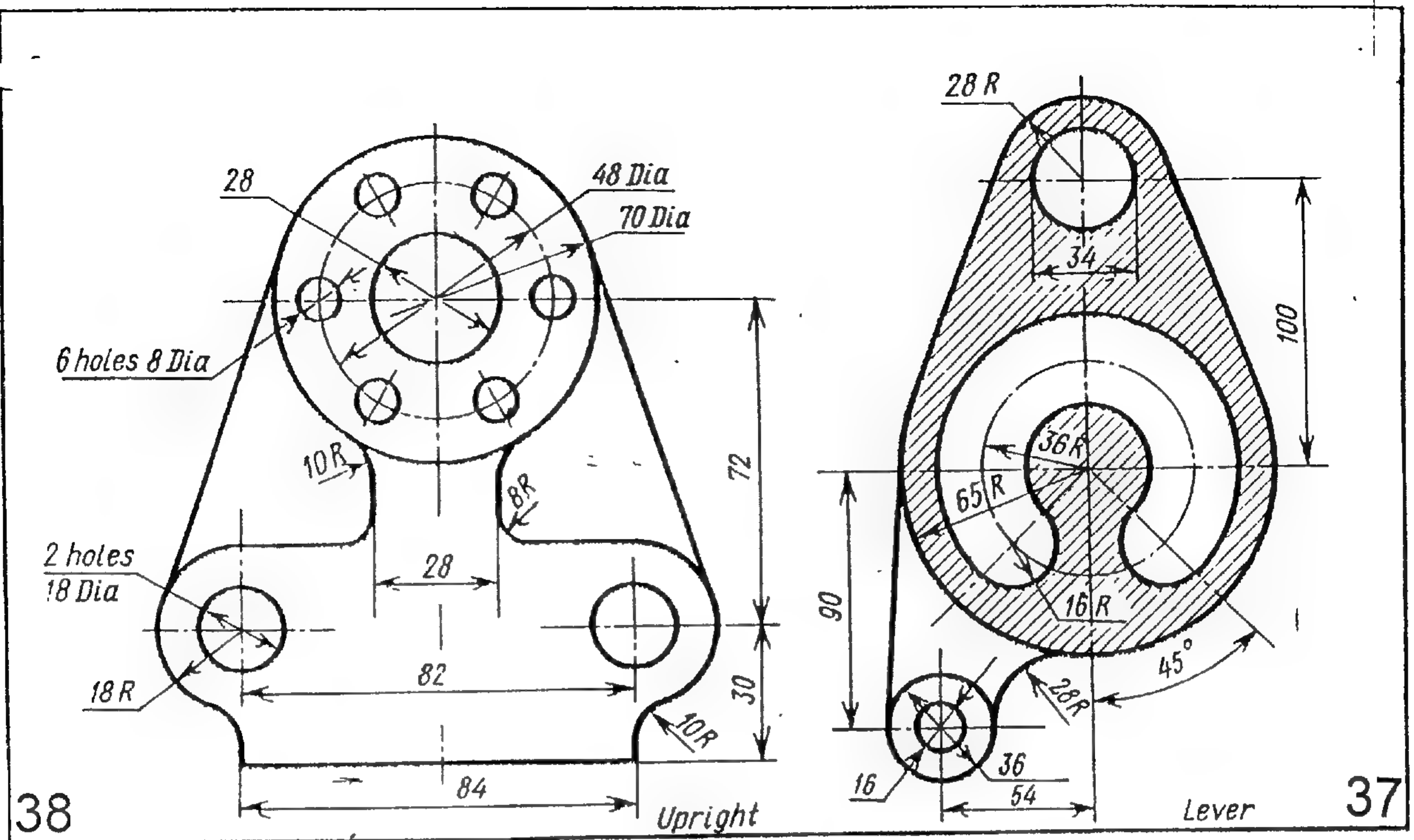
33

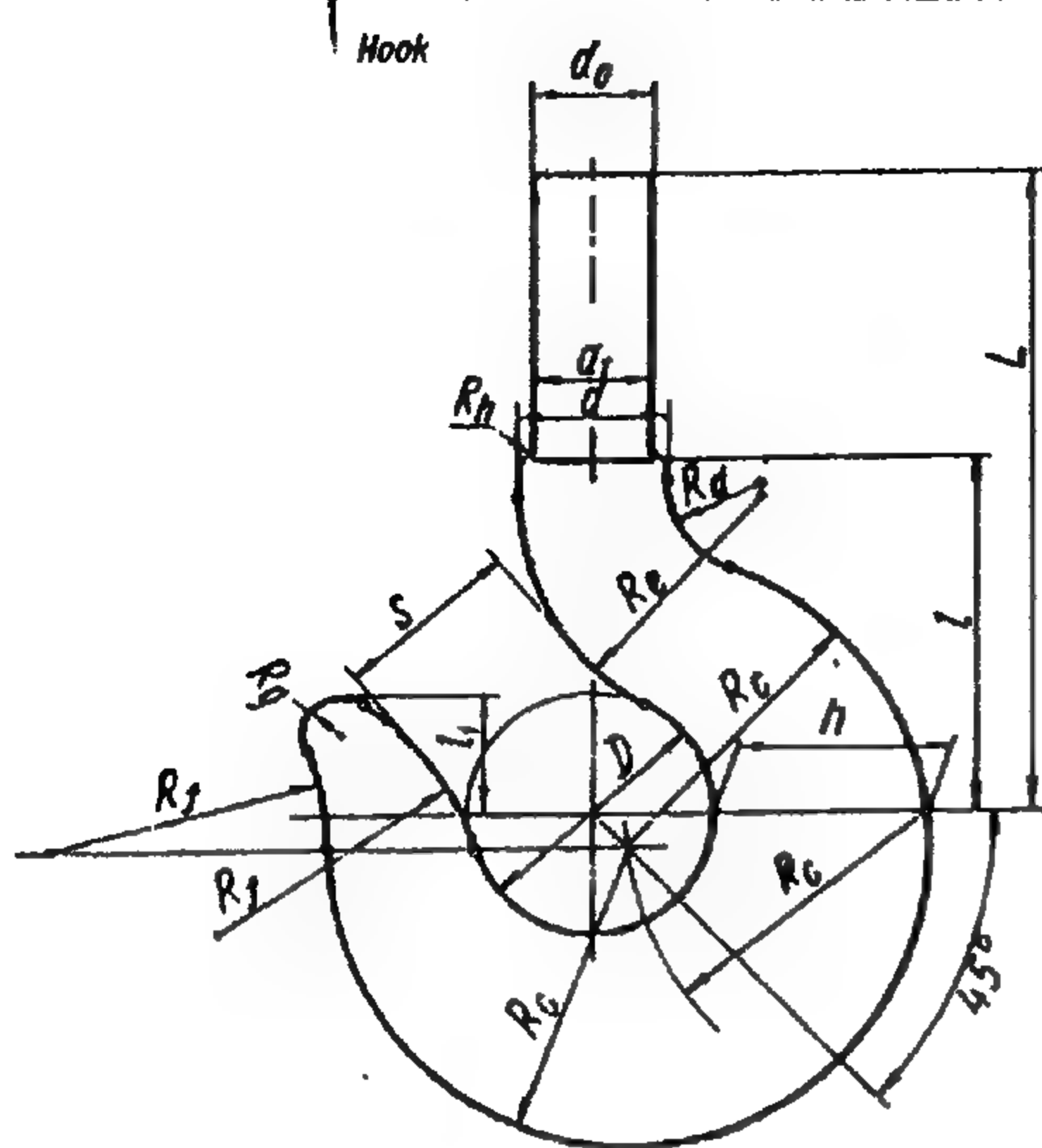


36

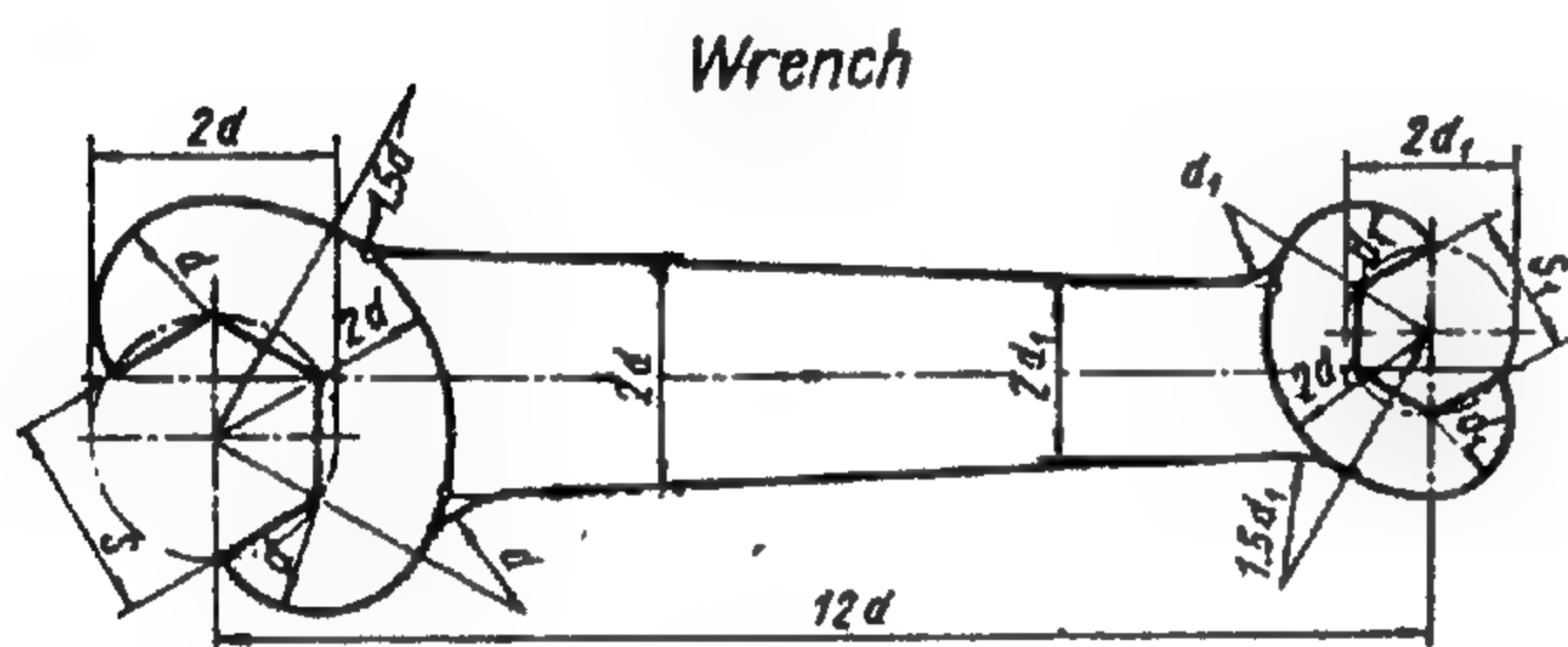


35



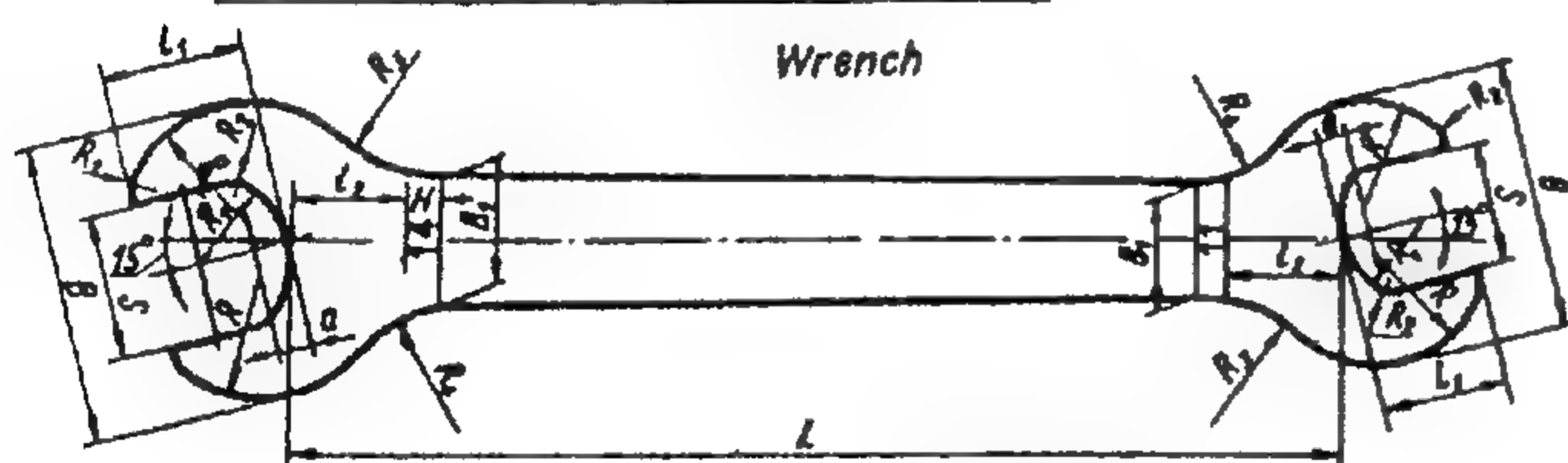


Exercise No.	D	S	h	d	d ₁	d ₀	L	l	l ₁	R _c	R _d	R _e	R _f	R _h	R _i
1	20	14	18	13	12	12	60	30	10	25	8	22	28	1	4.5
2	25	18	24	18	15	14	70	35	12	32	9	26	30	1.5	5
3	30	22	26	20	17	16	85	45	15	37	10	30	35	1.5	5.5
4	32	22	28	20	17	16	90	45	16	40	11	32	38	1.5	6
5	36	26	32	25	20	20	100	50	18	45	13	36	40	2.5	6
6	40	30	36	25	20	20	110	60	20	50	15	40	45	2.5	6.5

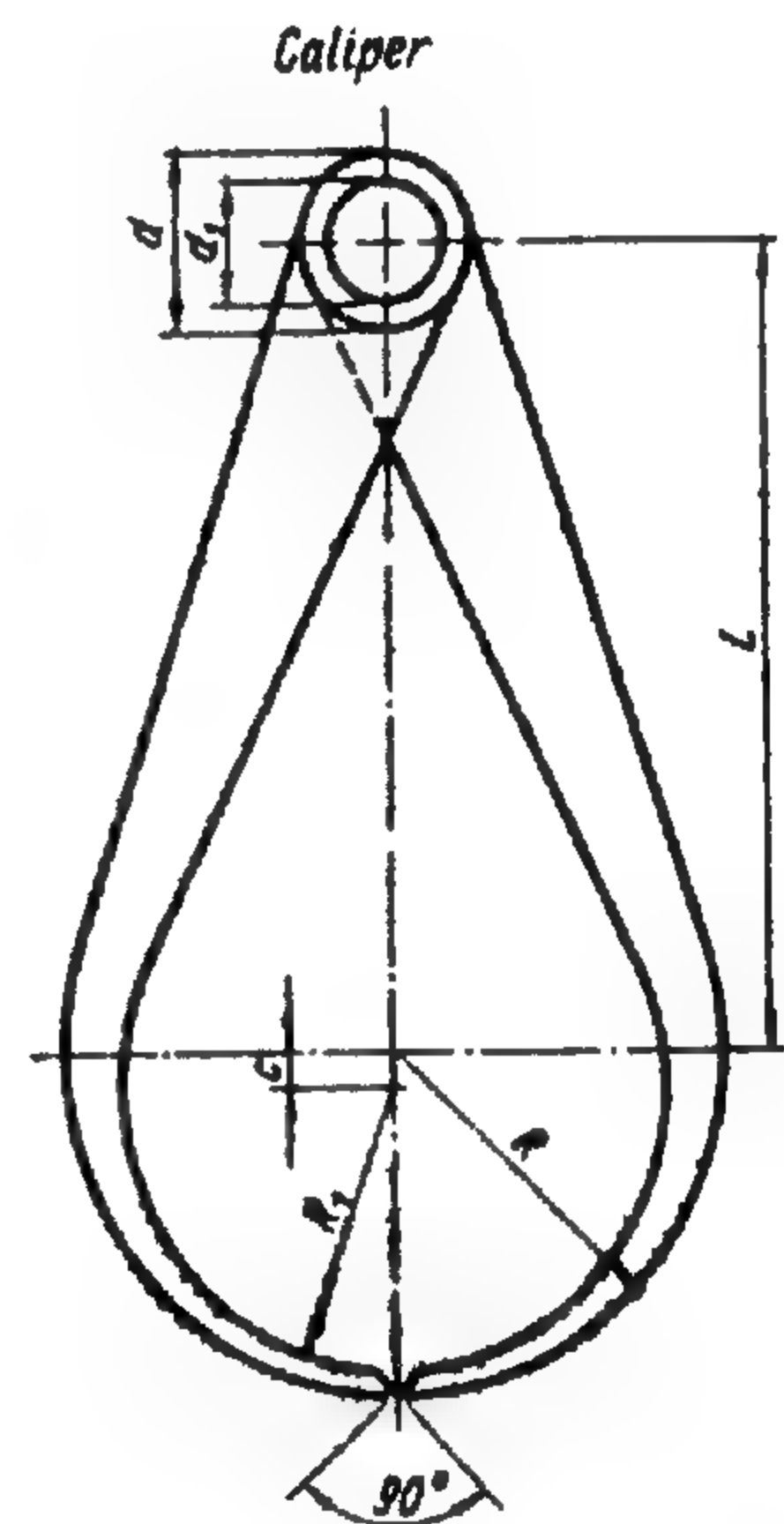


Exercise No.	d	d ₁	Exercise No.	d	d ₁
1	12	8	5	20	14
2	14	10	6	22	16
3	16	10	7	24	18
4	18	12	8	25	20

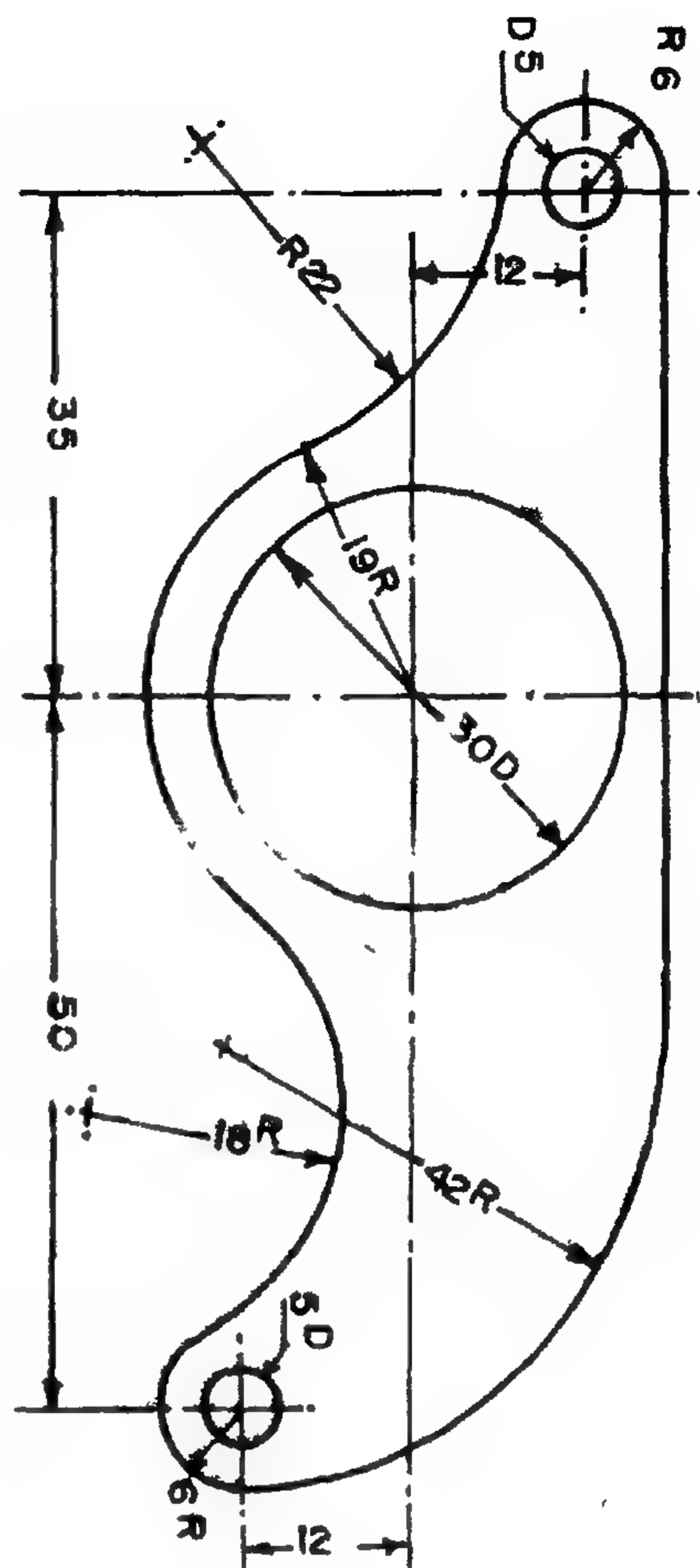
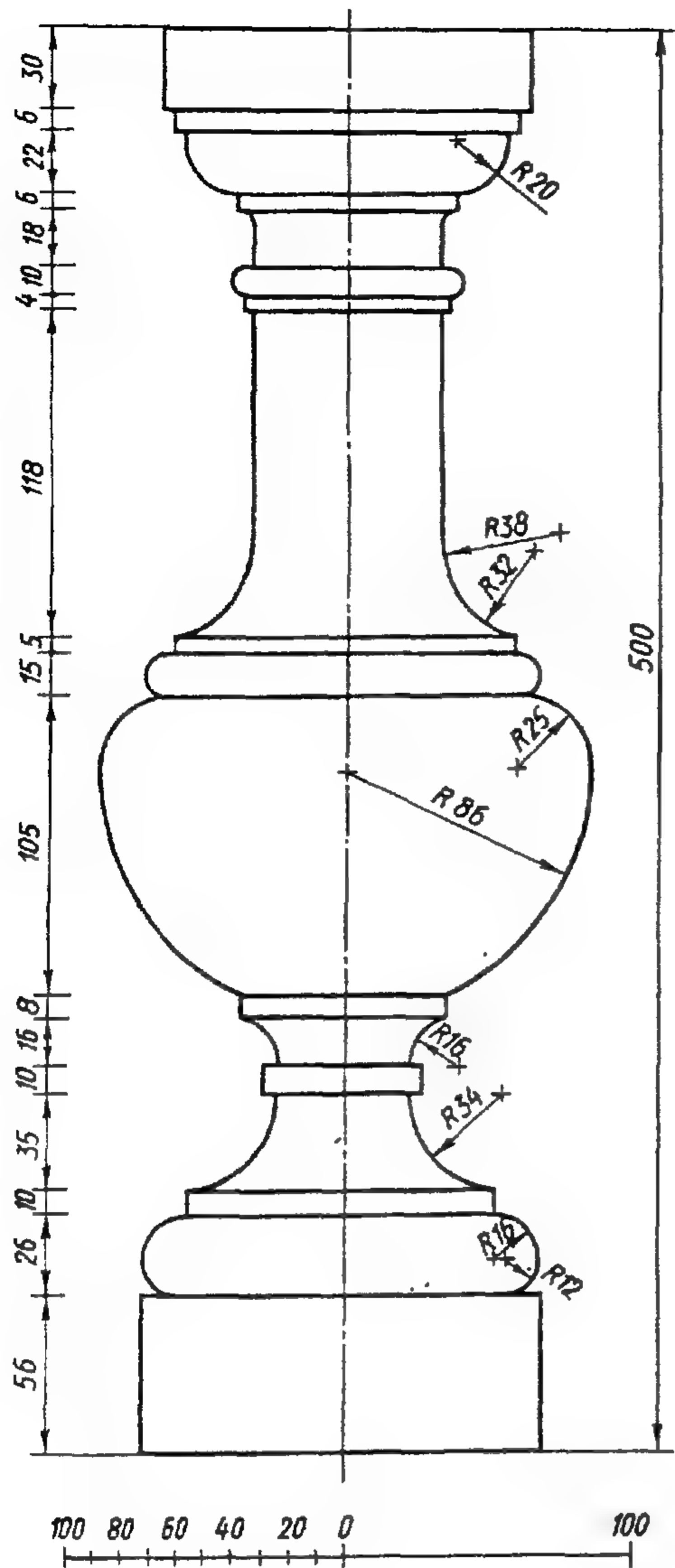
Dimensions s and s_1 are obtained in the course of construction

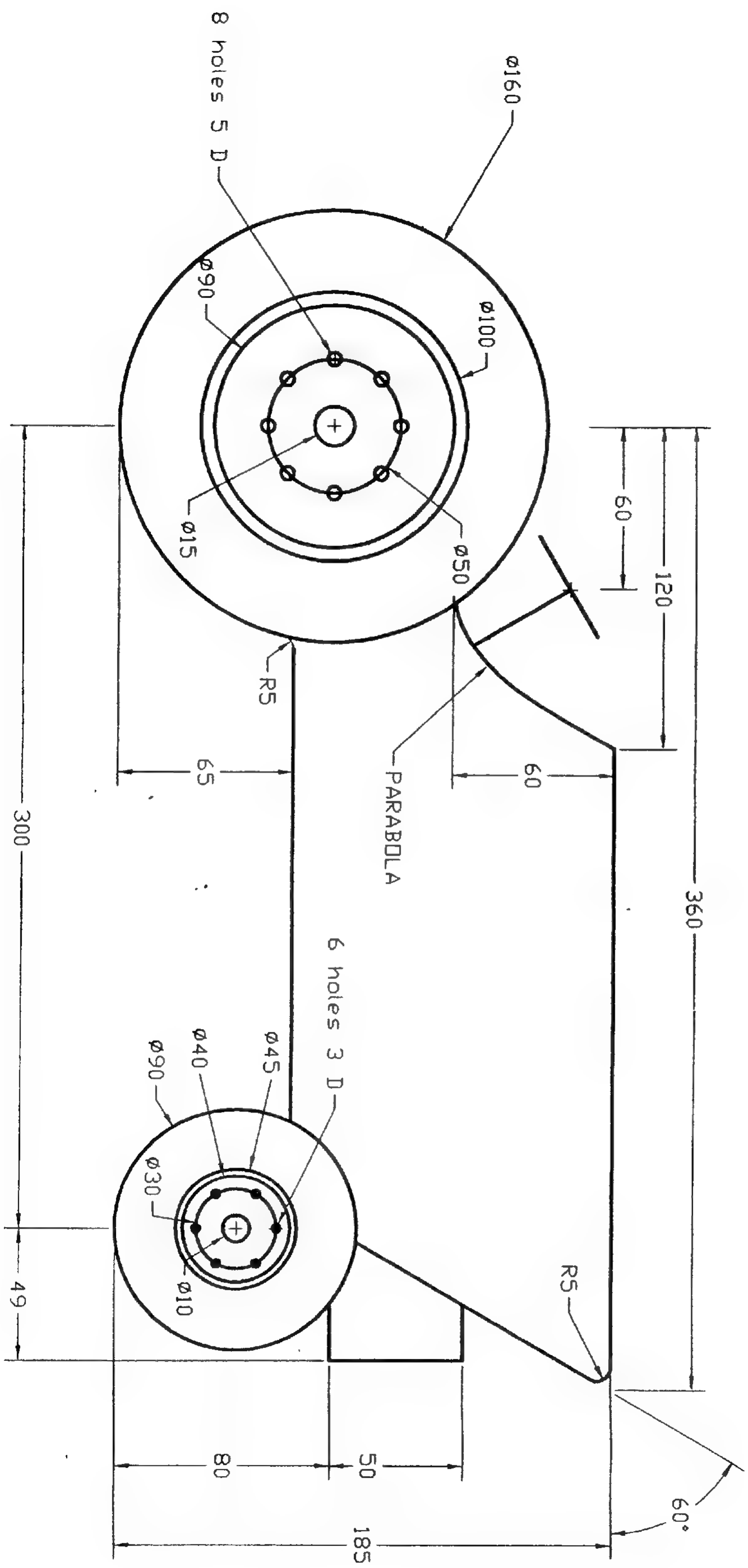


Exercise No.	Size of jaw	Dimensions in mm											
		L	B	B ₁	l ₁	a	R	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	l ₂	H
1	17-19	135	35-40	16-18	17-19	4-4	16-18	13-14	1-1	16-22	16-18	20	5
2	17-22	150	35-46	16-20	17-21	4-4	16-20	13-15	1-1	16-25	16-20	20	5
3	22-24	170	46-50	20-22	21-23	4-4	20-22	15-16	1-1	25-28	20-22	30	5
4	24-27	190	50-56	22-24	23-26	4-5	22-24	16-18	1-2	28-32	22-24	30	8
5	27-30	200	56-62	24-26	26-28	5-5	24-26	18-19	2-2	32-34	24-26	30	8



Exercise No.	Dimensions in mm					
	l	d	d ₁	R	R ₁	c
1	100	22	18	45	36	5
2	90	20	16	40	32	4
3	105	20	16	38	29	5
4	85	22	16	38	22	4
5	120	24	20	48	38	6





الباب الثالث

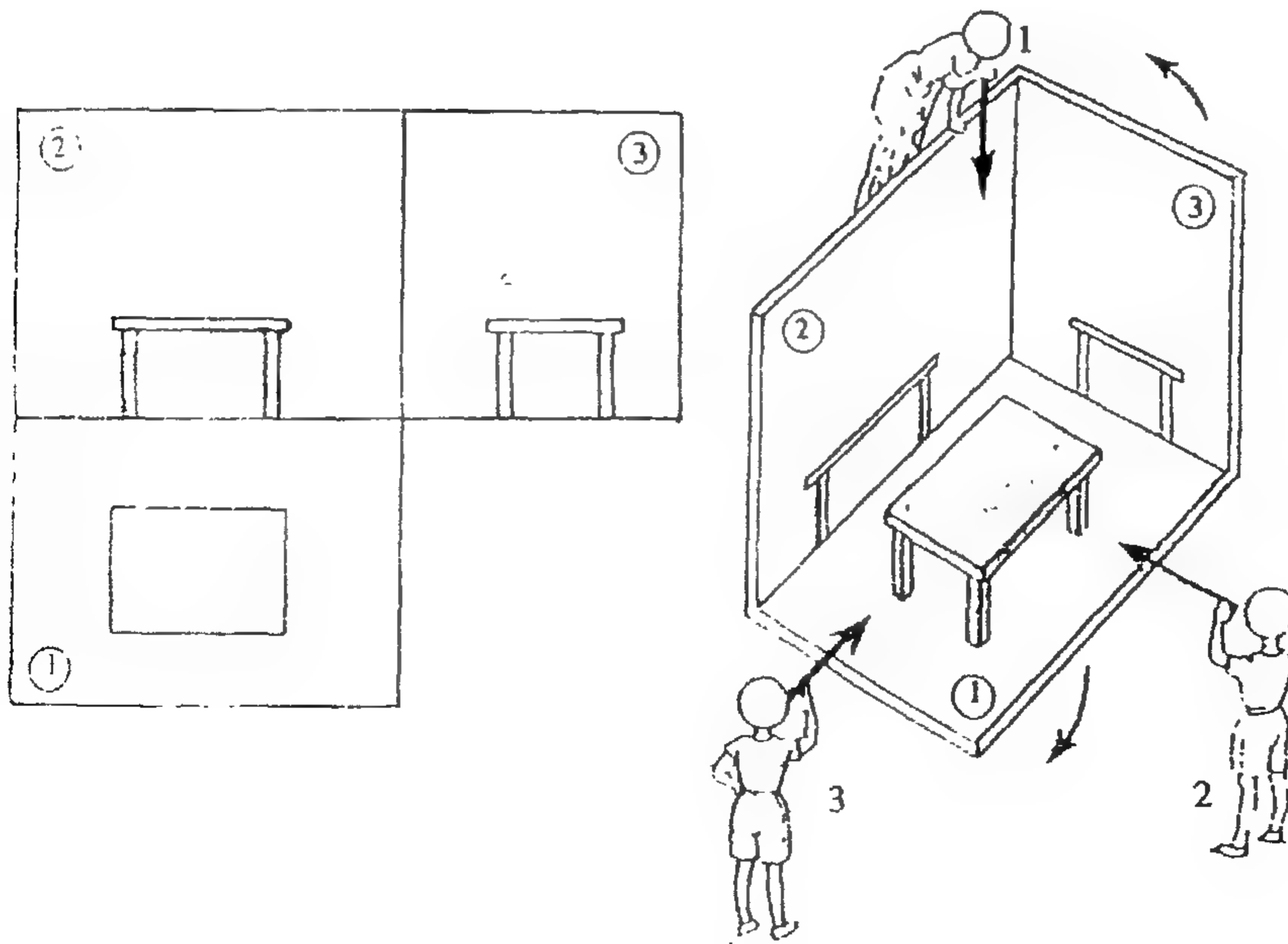
نظرية الإسقاط

Theory of projection

- مقدمة

هناك طريقتان للإسقاط هما : الإسقاط المركزي Convergent projection ويمكن استخدامه للحصول على ما يسمى بالمنظور الفوتوغرافي والإسقاط المتوازي Parallel Projection والذي يشمل الإسقاط العمودي Orthographic Projection والإسقاط الأيزومتري Isometric projection والإسقاط المائل Oblique Projection.

والإسقاط العمودي Orthographic Projection هو الوسيلة التي بها نحدد ونرسم الرسومات الهندسية للأجسام. بإعتبار أن الأشعة البصرية للعين موزعة وخارجية من العين متوازية. وهذا يعنى أن مسقط الجسم عبارة عن الشكل الناتج من سقوط أشعة ضوئية عمودية ومتوازية على الجسم. وهو الشكل المحصور لسطح ولحدود الجسم الظاهر للعين. ويتم الإسقاط العمودي كما هو موضح بشكل (1-3) بتصور وضع الجسم فى الفراغ المحصور بين المستويات الثلاثة المتقاطعة وسقوط حزمة ضوئية متوازية ومتعامدة على سطح وحدود الجسم.

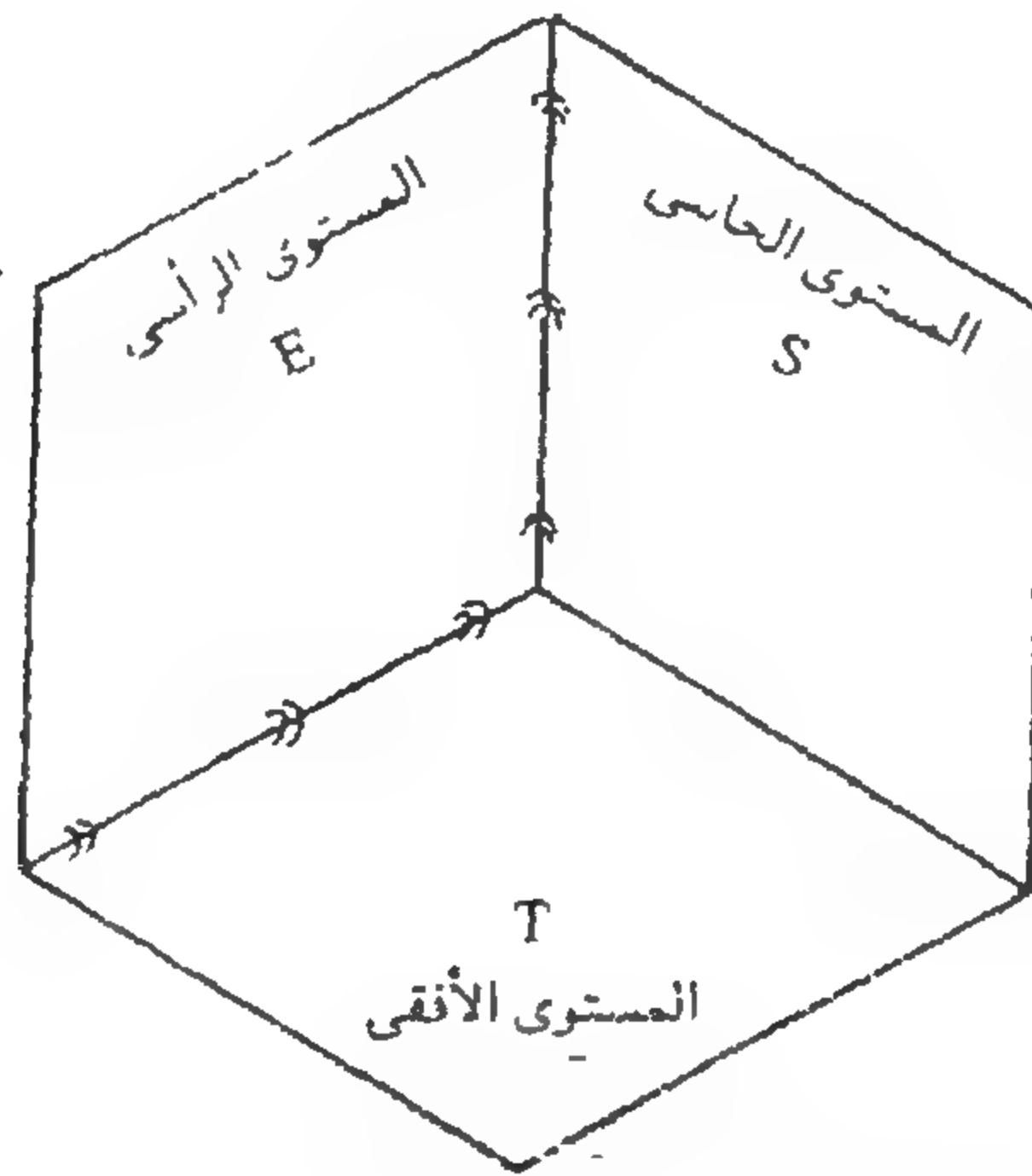


شكل (1-3): الإسقاط العمودي

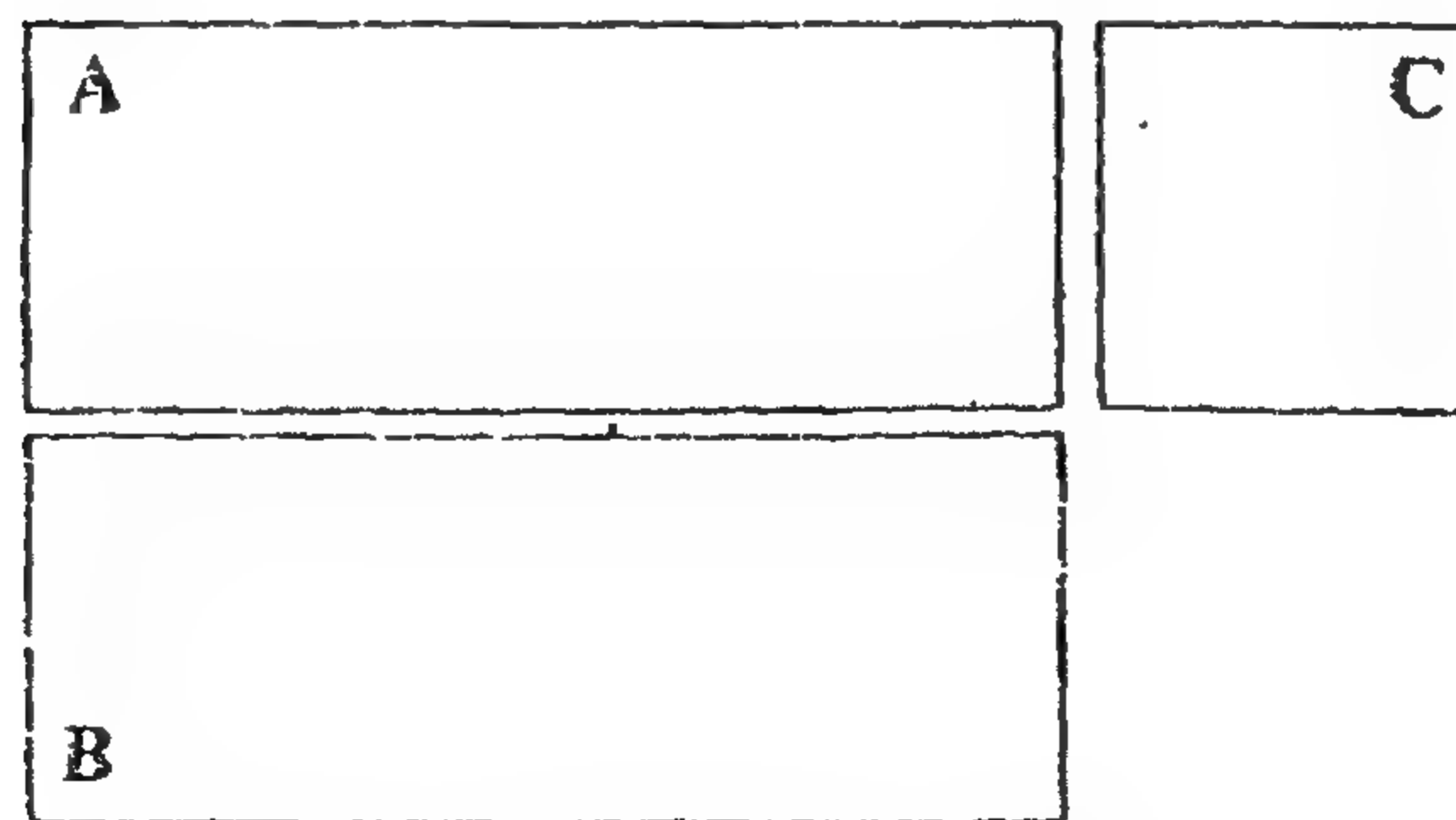
- لوحة المستويات Planes Plate

تستخدم لوحة المستويات كوسيلة إيضاح عند شرح الإسقاط ومبادئه. ويوضح شكل (2-3) رسماً لهذه اللوحة وهي مكونة من ثلاث لوحات A, B, C متصلة ببعضها اتصالاً مفصلياً. فالمستوى A الرأسي والمستوى B الأفقي والمستوى C الجانبي.

والجسم يكون في الفراغ بين الثلاثة مستويات. ثم يجري الإسقاط العمودي له مرة في الاتجاه نحو المستوى الرأسي (لرسم المسقط الرأسي ELEVATION) ومرة ثانية في الاتجاه نحو المستوى الأفقي (لرسم المسقط الأفقي PLAN) ومرة ثالثة في الاتجاه نحو المستوى الجانبي (لرسم المسقط الجانبي SIDE VIEW). بعد إتمام عمليات الإسقاط للمساقط الثلاثة على لوحة المستويات تفتح بحيث تكون في مستوى واحد كما يوضح شكل (3-3) لوحة المستويات وهي مفتوحة ومستوية. ويوضح شكل (4-3) ورقة الرسم عند إقرارها بديلاً عن لوحة المستويات عند رسم المساقط وهذا هو المعتاد عند الرسم.



شكل (2-3) لوحة المستويات



(3-3) لوحة المستويات وهي مفتوحة ومستوية

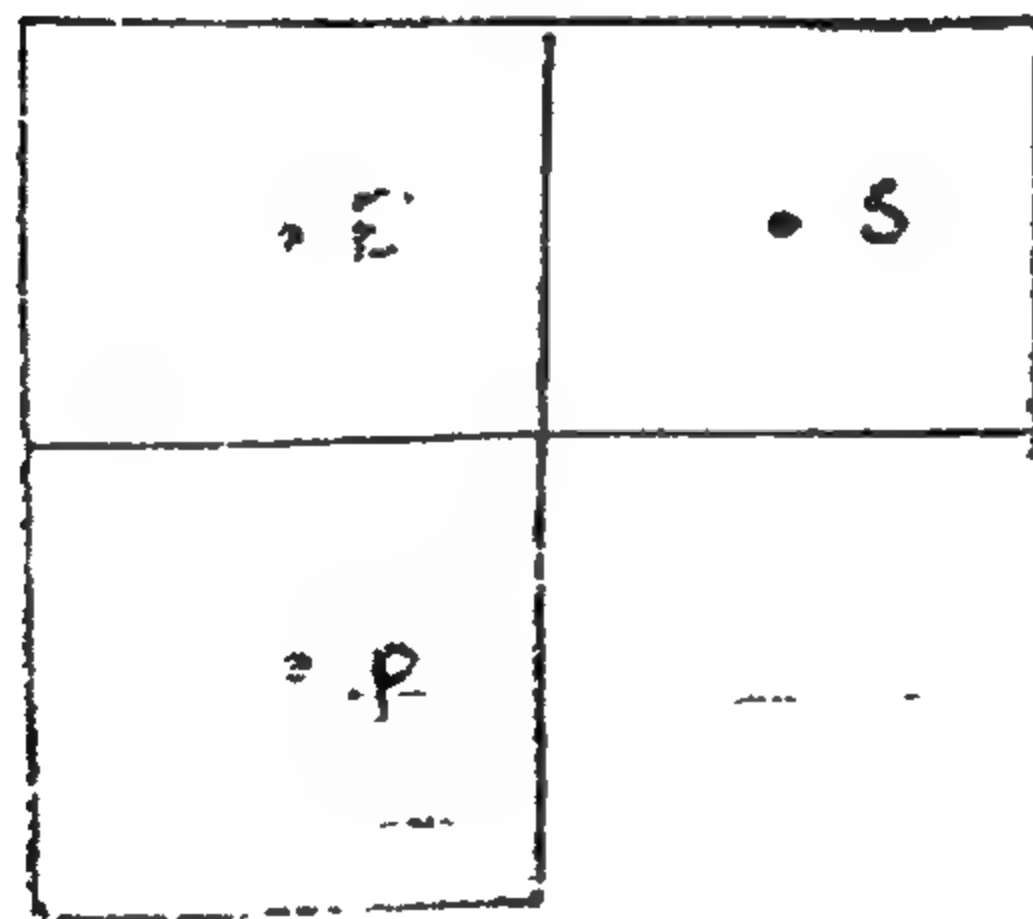
مكان رسم المسقط الجانبي	مكان رسم المسقط الرأسي
مكان لكتابة البيانات	مكان رسم المسقط الأفقي

شكل (4-3) ورقة الرسم

ولكي يتبلور مفهوم الإسقاط العمودي سنوضح فيما يلي إسقاط المكونات الرئيسية لأي جسم هندسي.

- مساقط النقطة

عند دراسة مساقط النقطة نجردها من طولها وعرضها وسمكها. ويوضح شكل (5-3) النقطة موضوعة في الفراغ داخل لوحة المساقط والمساقط الثلاثة لهذه النقطة وذلك بإسقاط أشعة عمودية مارة بها على المستويات الثلاثة فتكون P, S, E هي المساقط الثلاثة.



شكل (5-3): مساقط النقطة

مساقط الخط المستقيم

عند دراسة مساقط الخط نجرده من العرض والسمك ونكتفي بطول الخط فقط. وتكون احد مساقطه نقطة والمسقطين الآخرين مستقيم بالطول الحقيقي له كما هو موضح بشكل (3-6). واذا كان الخط المستقيم يوازي احد مستويات الإسقاط ومائلا على المستويين الآخرين يكون مسقطه في المستوى الموازي مساويا للطول الحقيقي للخط والمسقطين الآخرين باقل من الطول الحقيقي كما يوضح شكل (3-7). اما اذا كان الخط المستقيم في الفراغ مائلا على المستويات الثلاثة وتظهر مسقطها باطوال اقل من الطول الحقيقي للخط المستقيم كما يوضح شكل (3-8).

مسقط السطح المستوي

عند دراسة مساقط السطوح المستوية نجردها من السمك لذا يكتفي دائما بالأبعاد التي تجدد شكل السطح. اذا كان السطح المستوي يوازي أحد مستويات الإسقاط فيكون مسقطه على المستوى الموازي له هو شكل حقيقي للسطح المستوي أما المسقطين الثاني والثالث فيكونا خطوط مستقيمة كما في شكل (3-9).

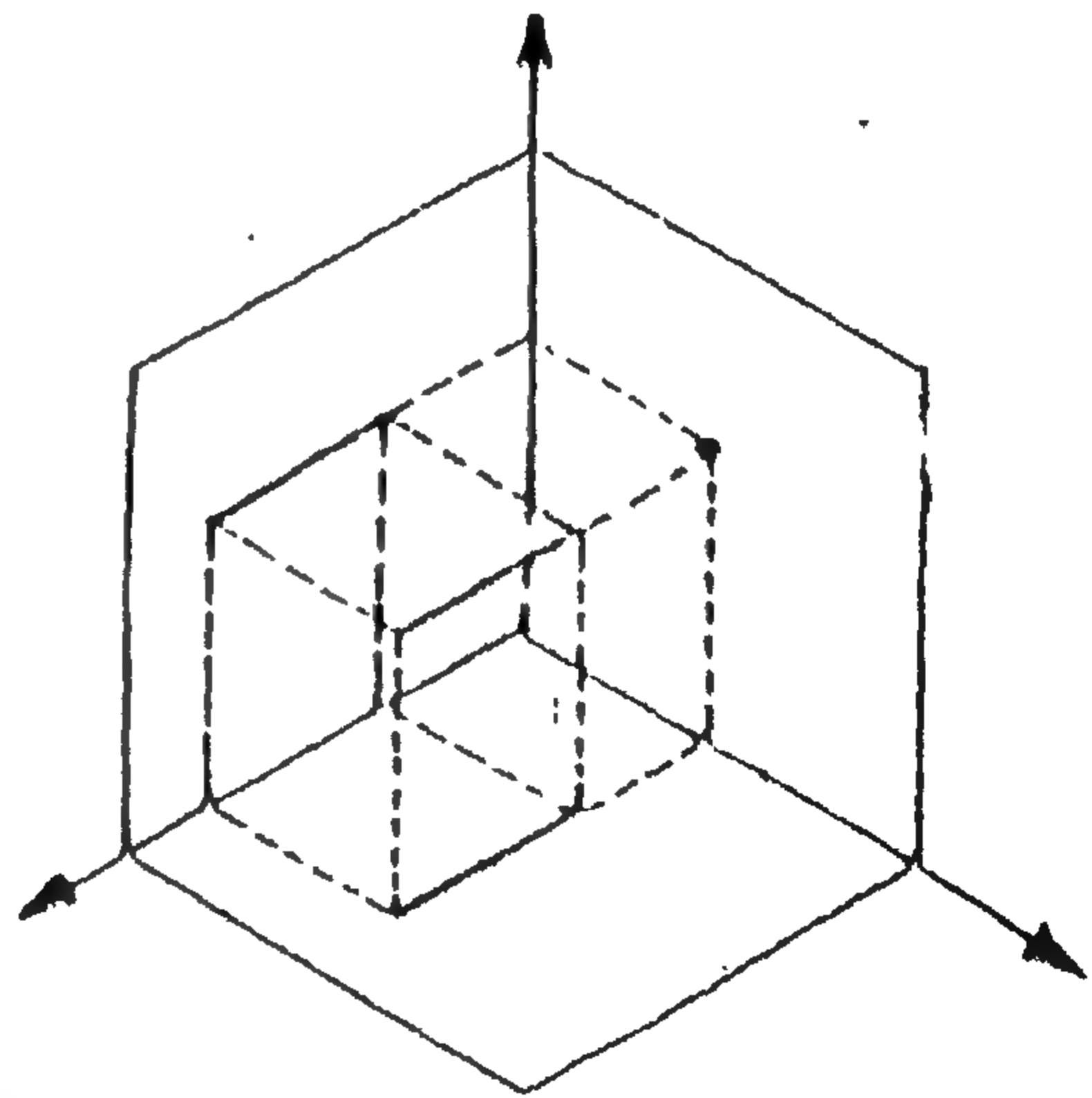
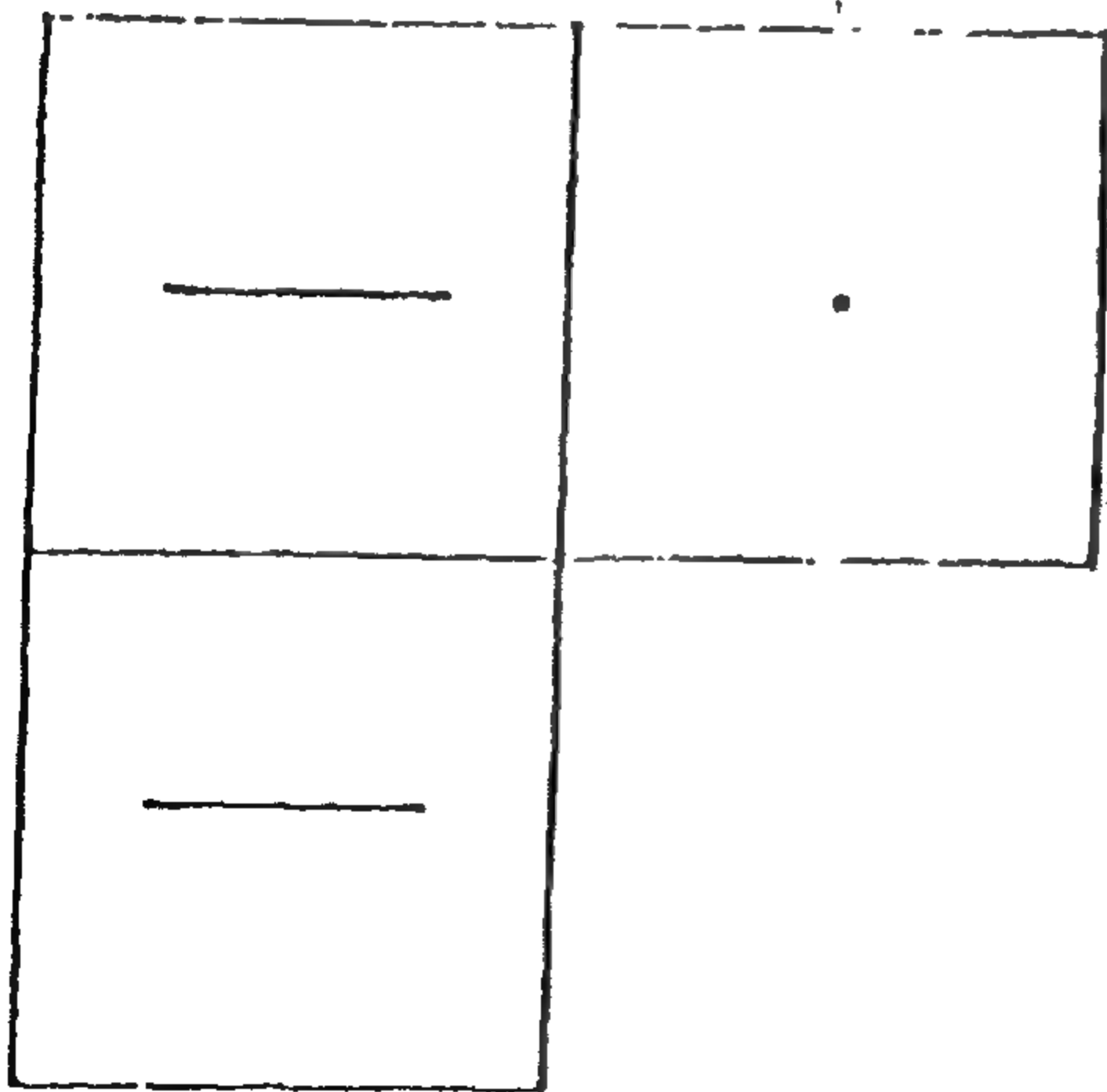
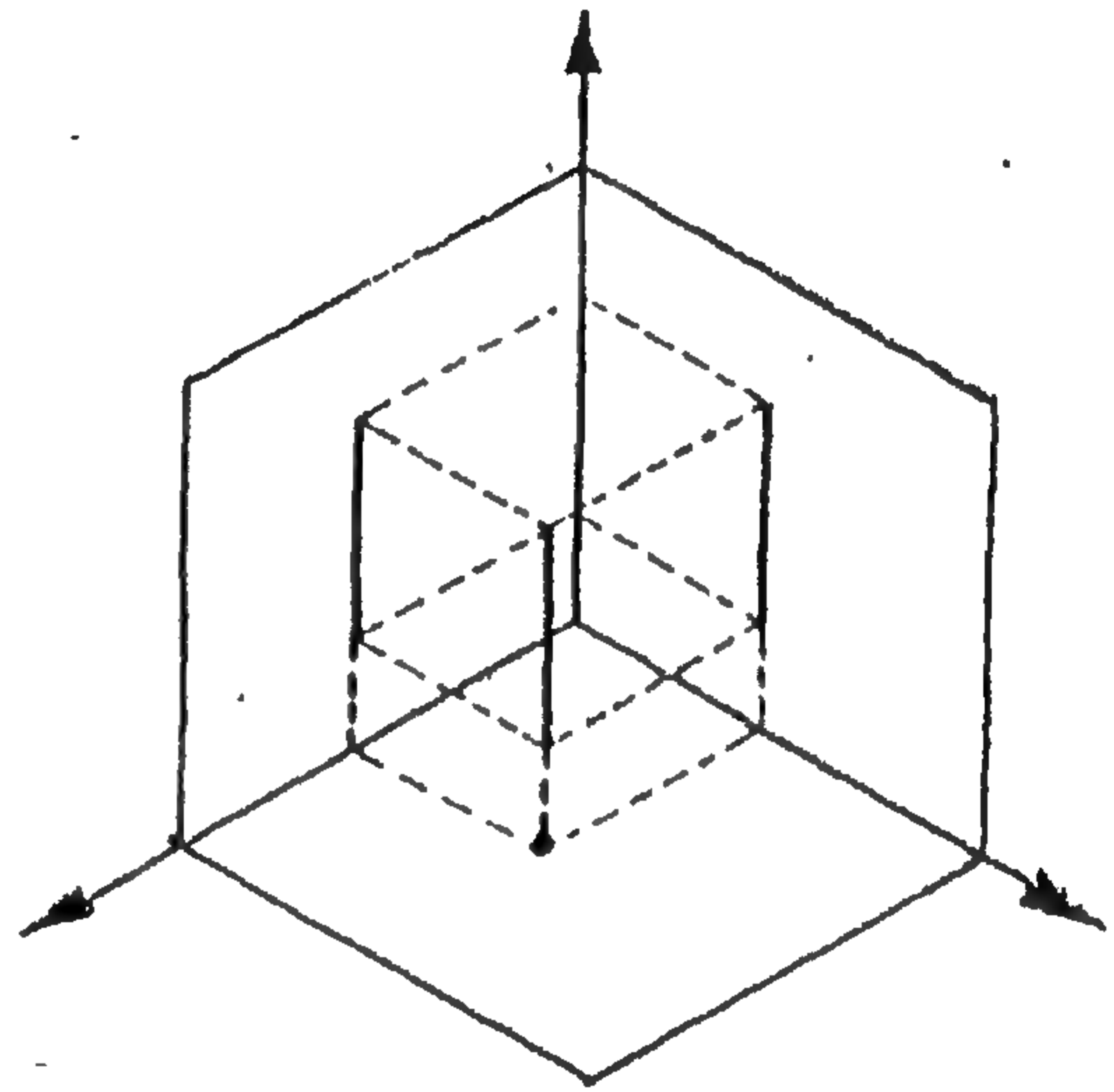
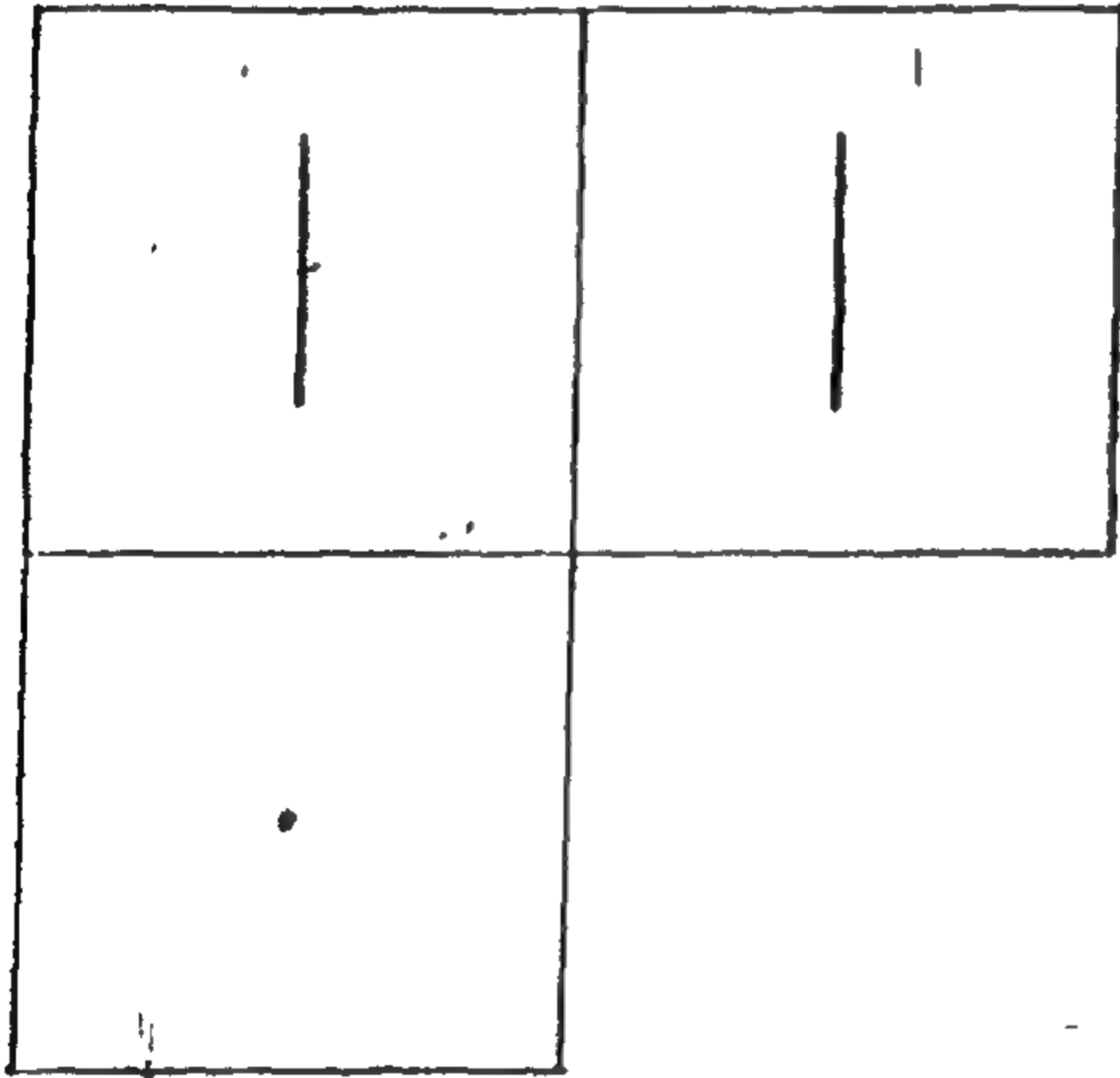
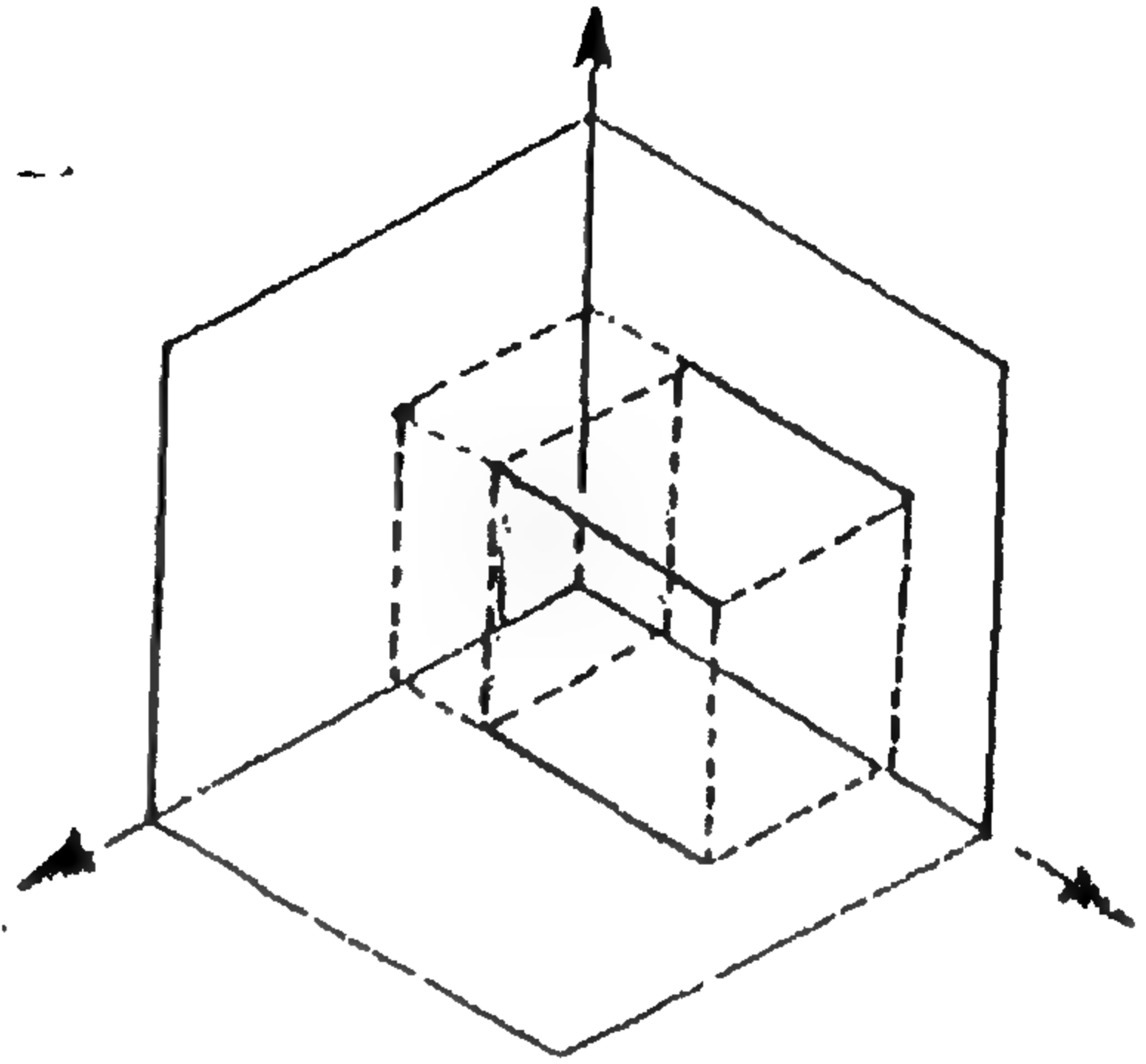
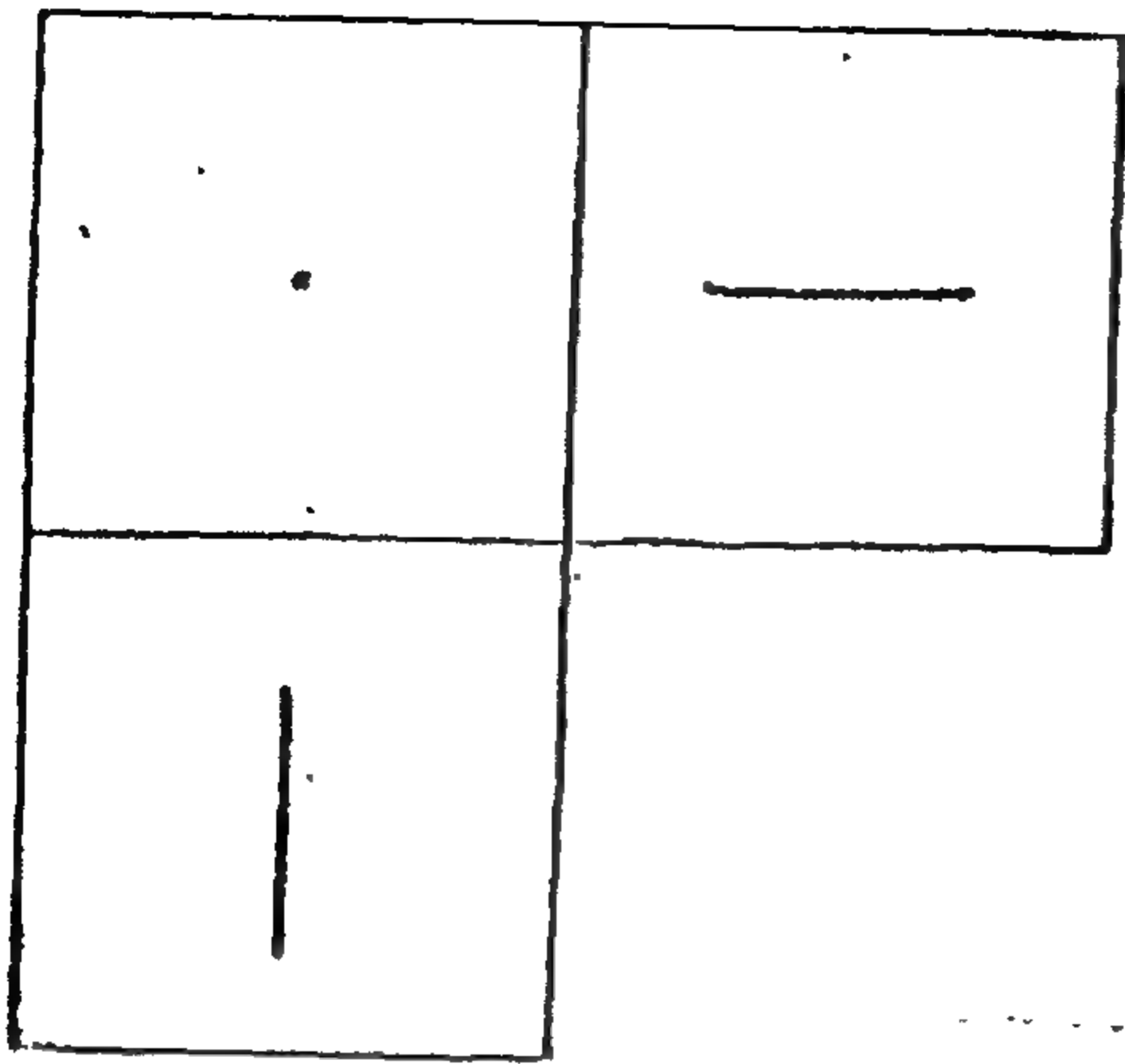
اما اذا كان السطح المستوي عمودي على أحد مستويات الإسقاط مائلا على المستويين الآخرين فيكون مساقطه على صورة خط في مسقط سطح مستوي في المسقطين الثاني والثالث كما في شكل (3-10). أما اذا كان السطح المستوي مائل على المستويات الثلاثة فيكون مساقطه الثلاثة على أسطح مستوية غير حقيقة كما في شكل (3-11).

مساقط الأجسام الهندسية المنتظمة:

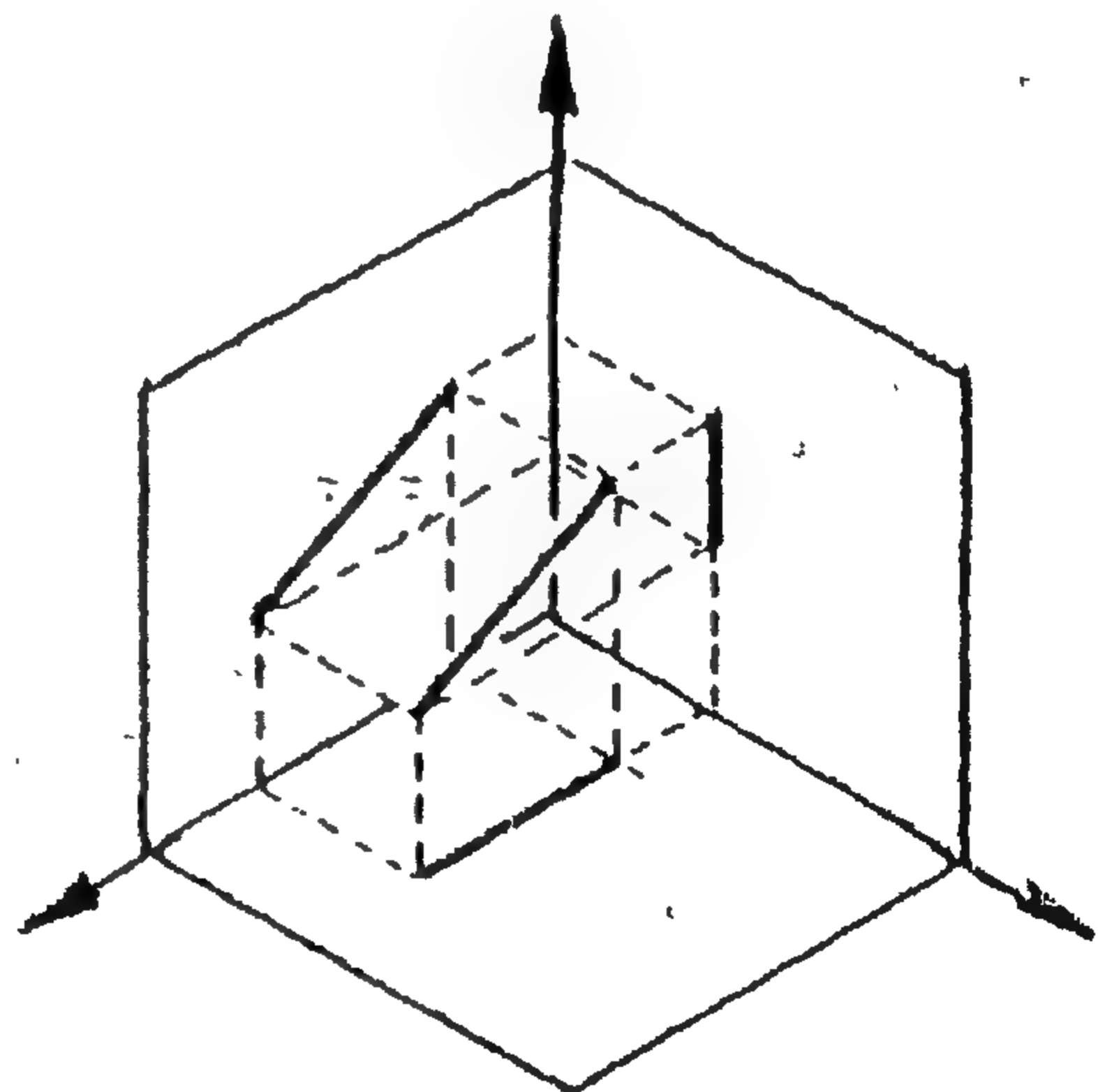
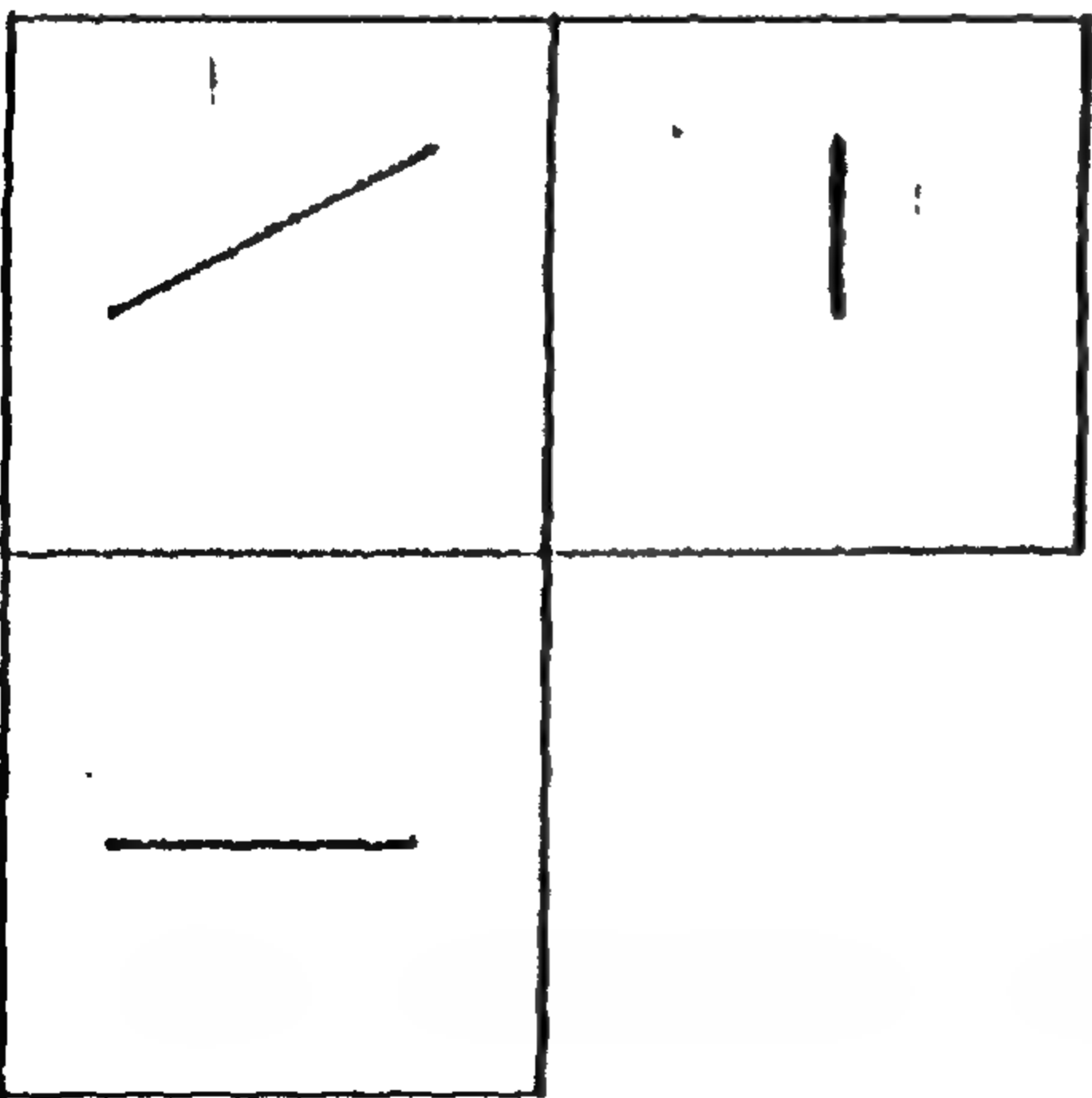
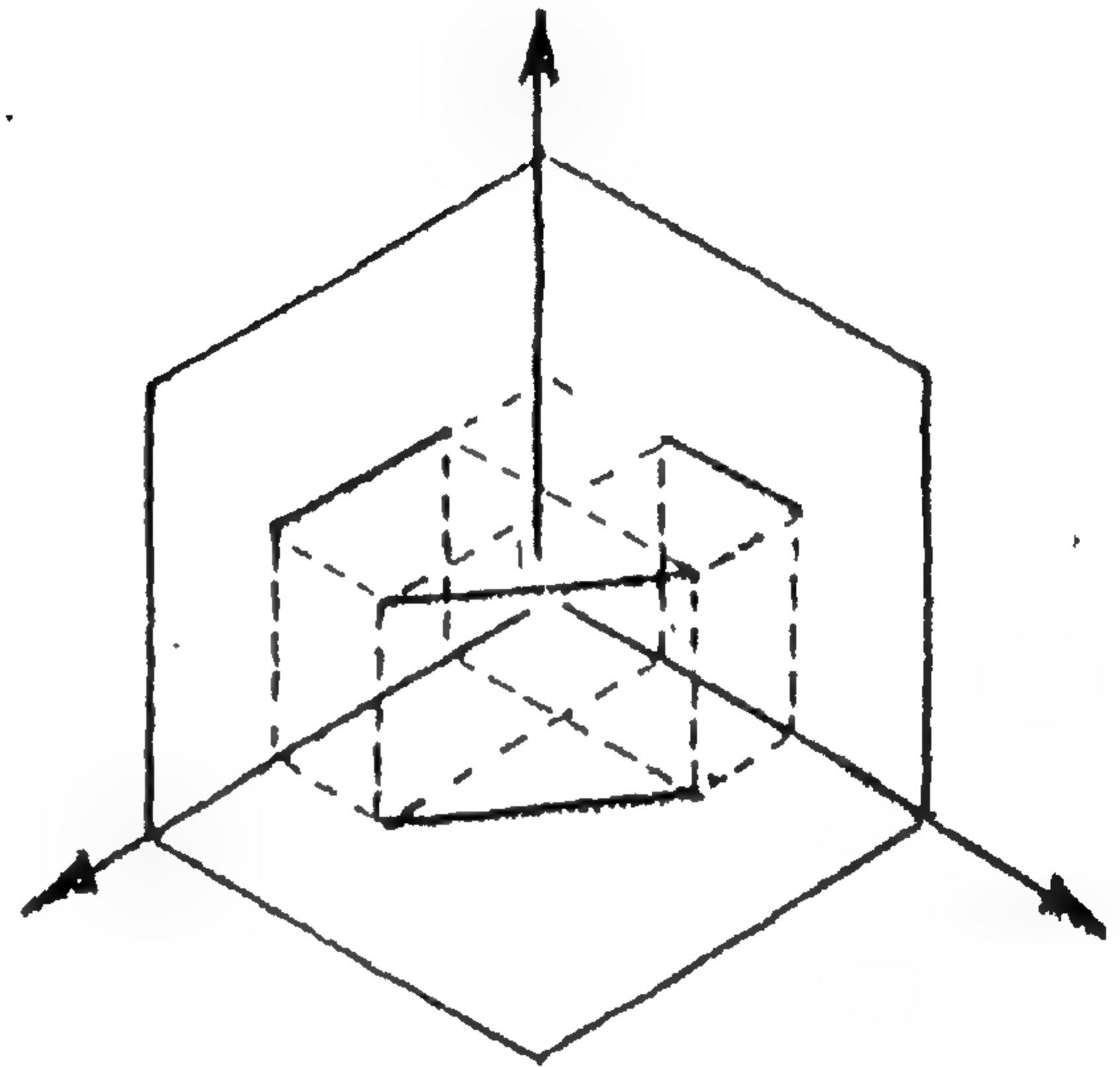
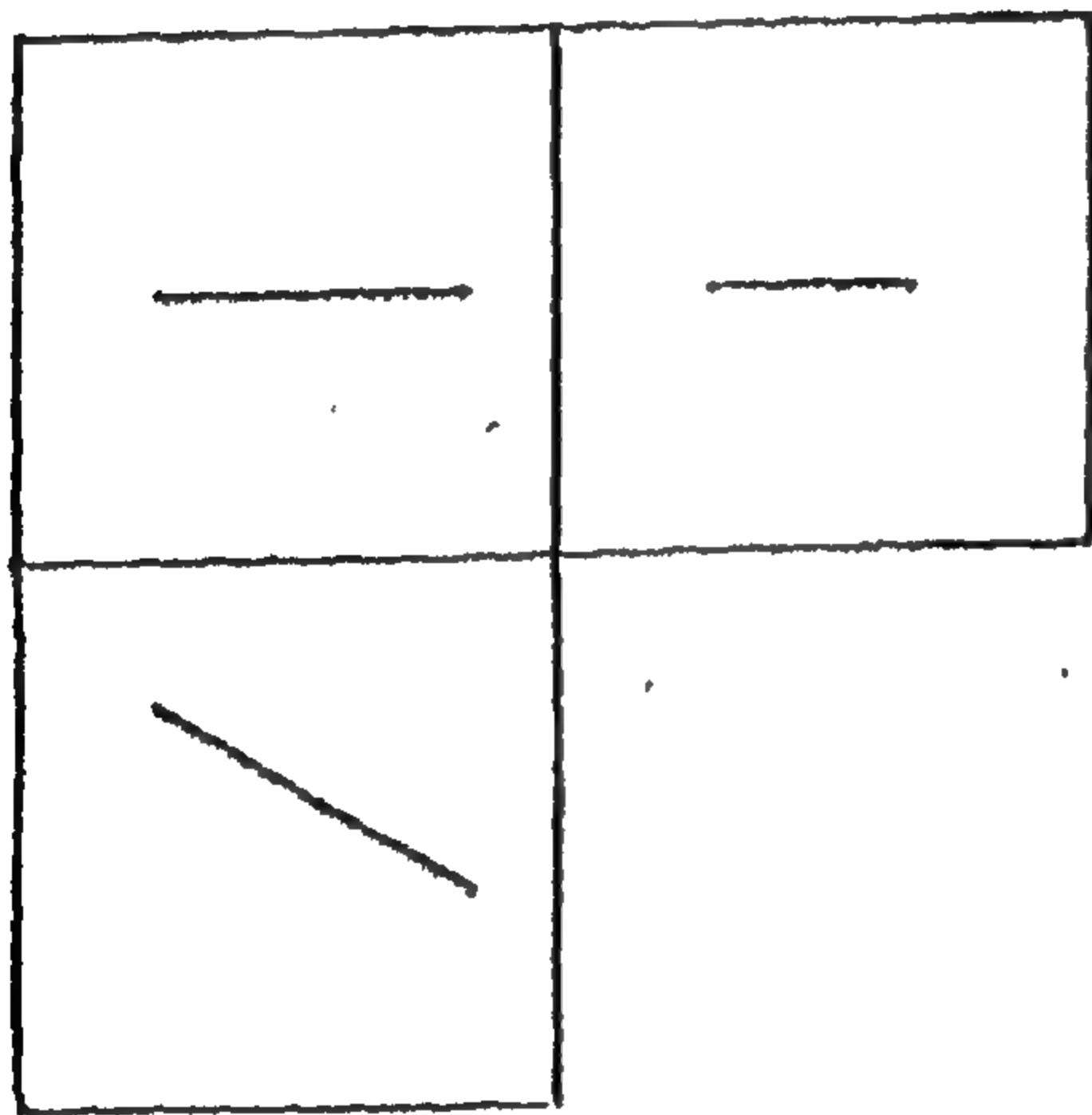
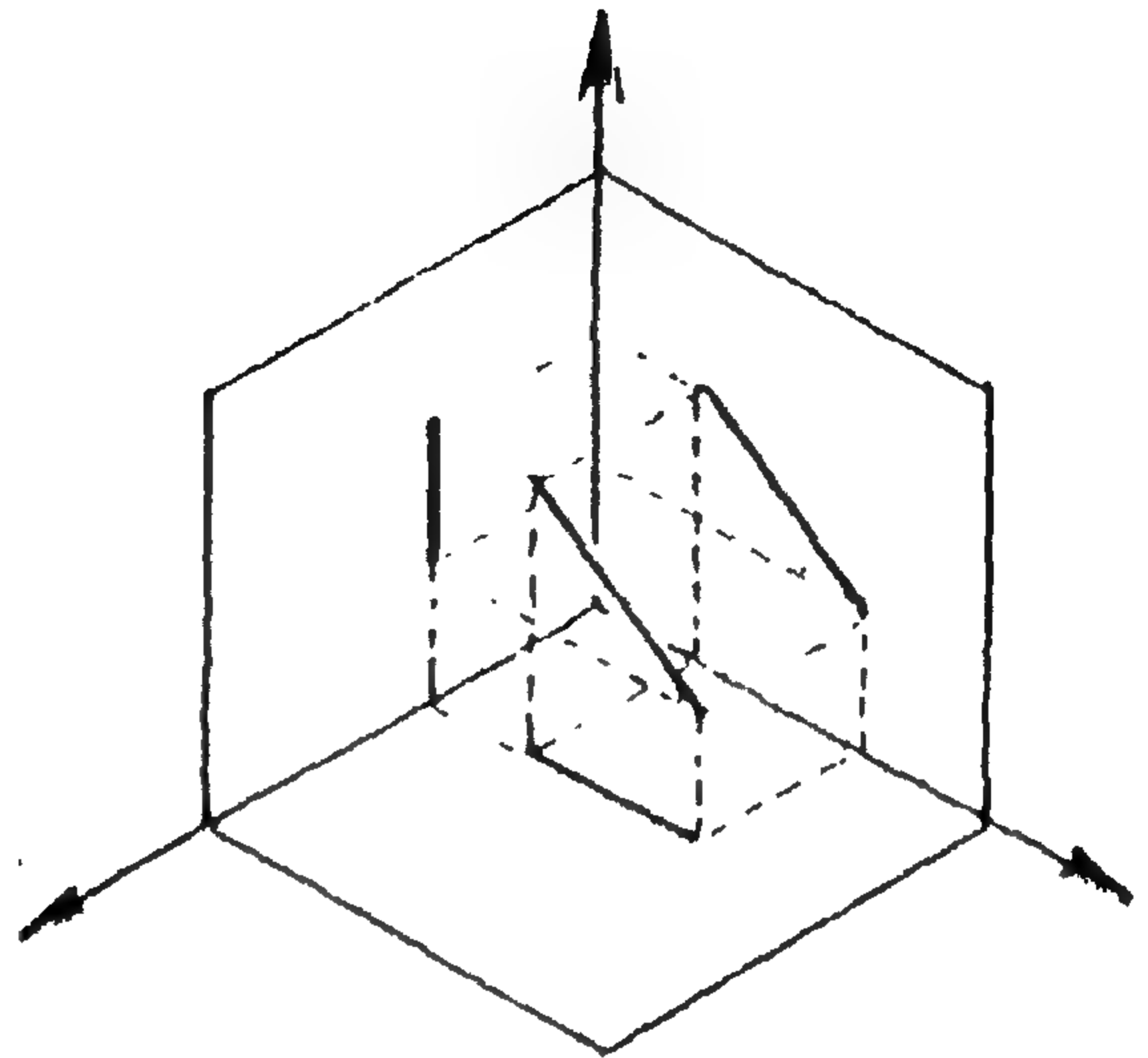
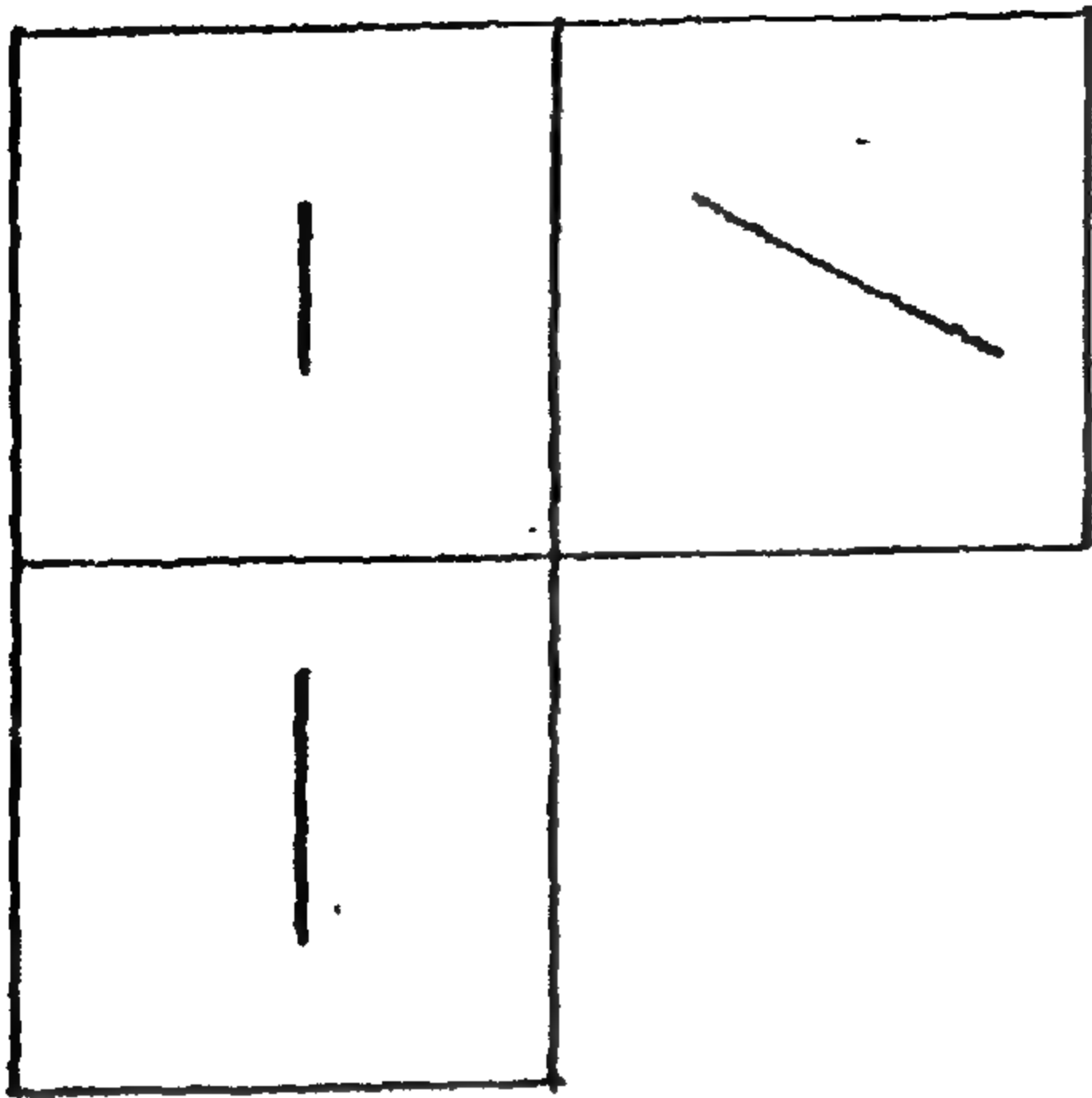
من المعروف ان أي جسم هندسي يتكون من أجزاء من أشكال هندسية منتظمة مثل المكعب، متوازي المستطيلات، الكرة، الهرم، المخروط، المنشور، الاسطوانة وغيرها او مكونات مختلطة من هذه الأشكال. كما ان بعض الأجسام الهندسية تحتوي على أجزاء منحنية او اجسام ذات طابع خاص مثل السواند او الأعصاب WEBS وقبل ان ندخل في إسقاط الأجسام المركبة سنبدأ بدراسة إسقاط هذه المكونات الرئيسية في أوضاع خاصة حتى يستوعب الدارس الأجسام معقدة التكوين.

- اسقط المكعب

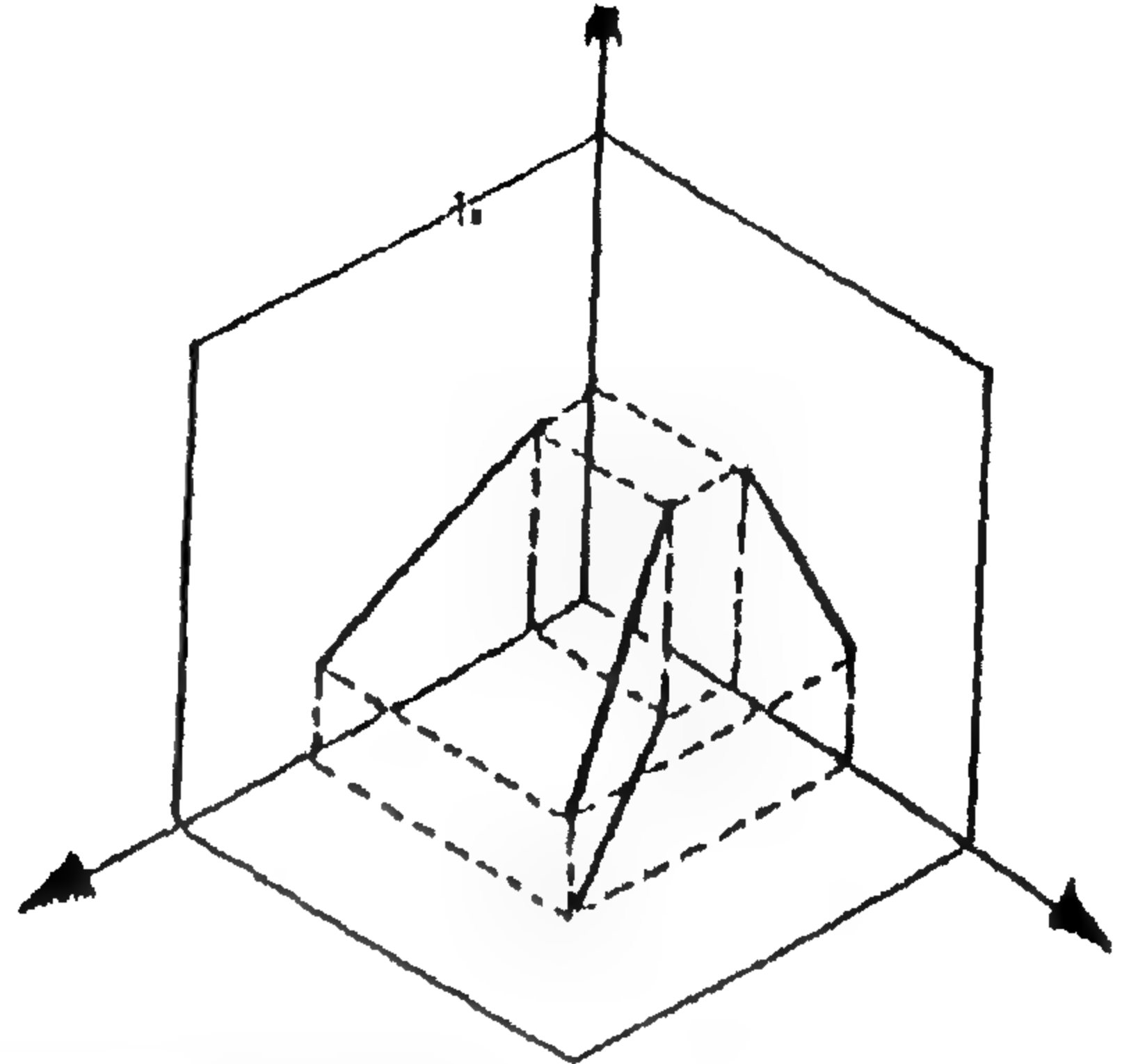
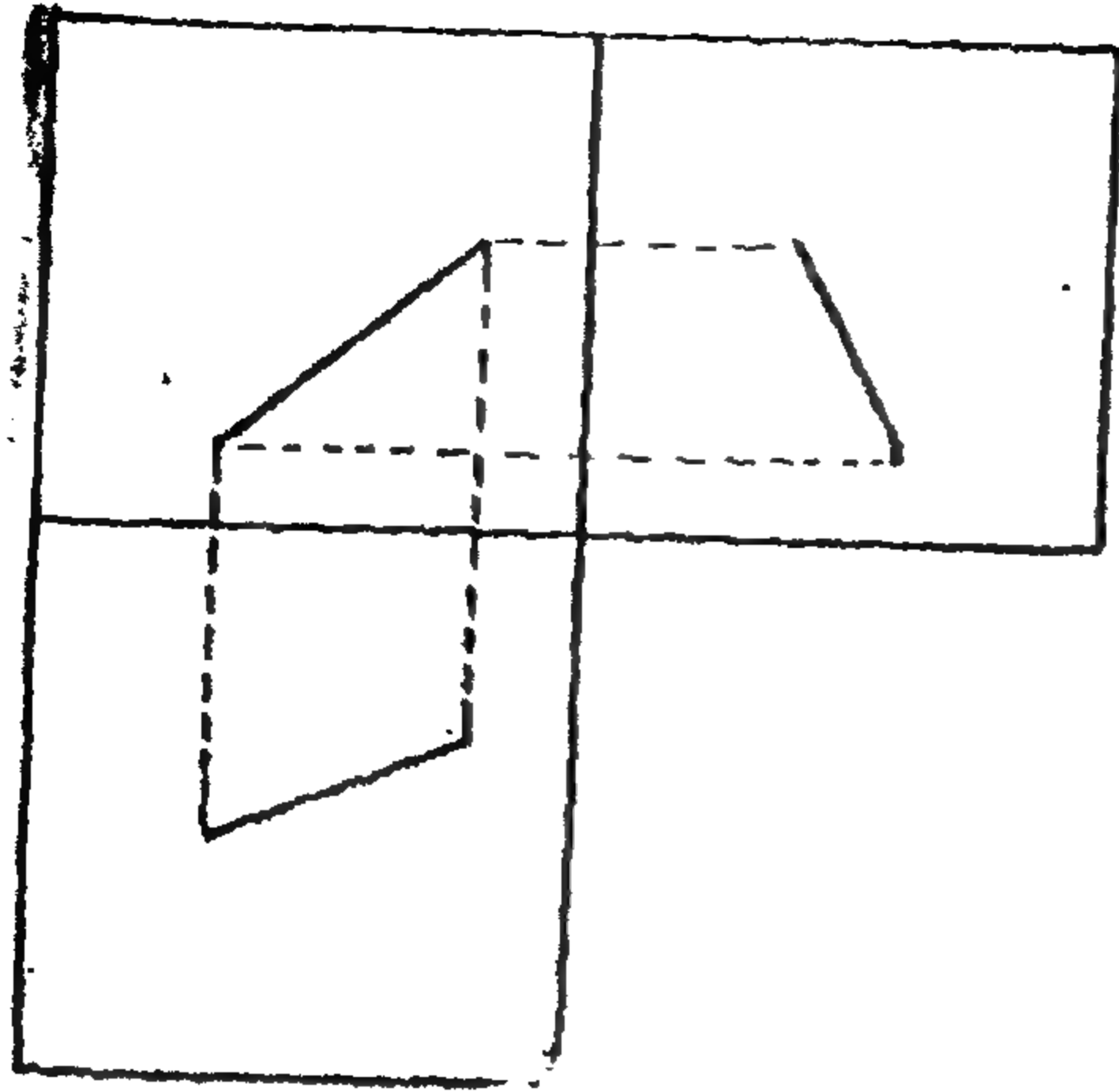
يوضح شكل (3-12) المساقط الثلاثة للمكعب ويلاحظ ان اوجه المكعب في كل مسقط من المساقط تظهر على شكل مربع .



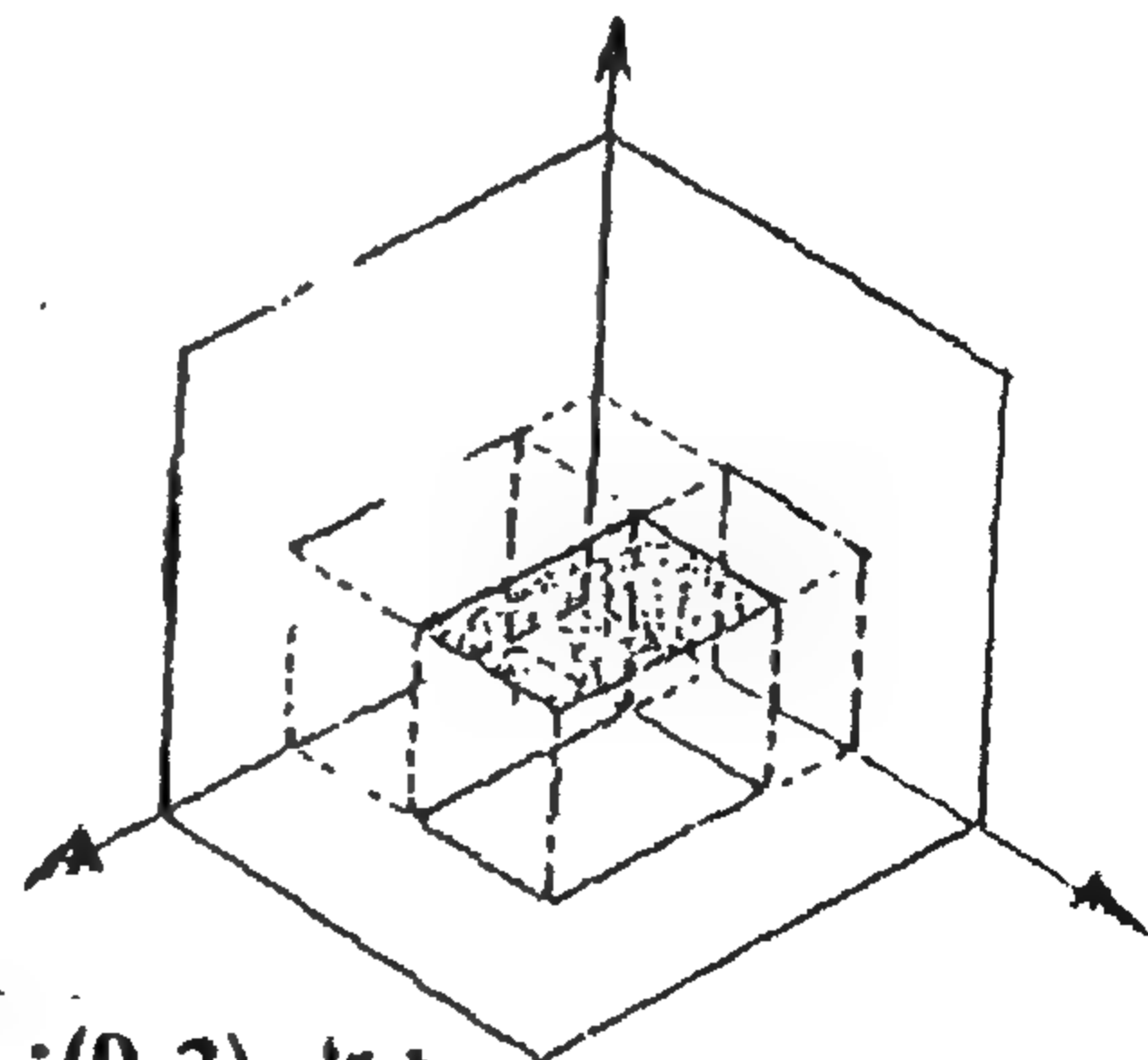
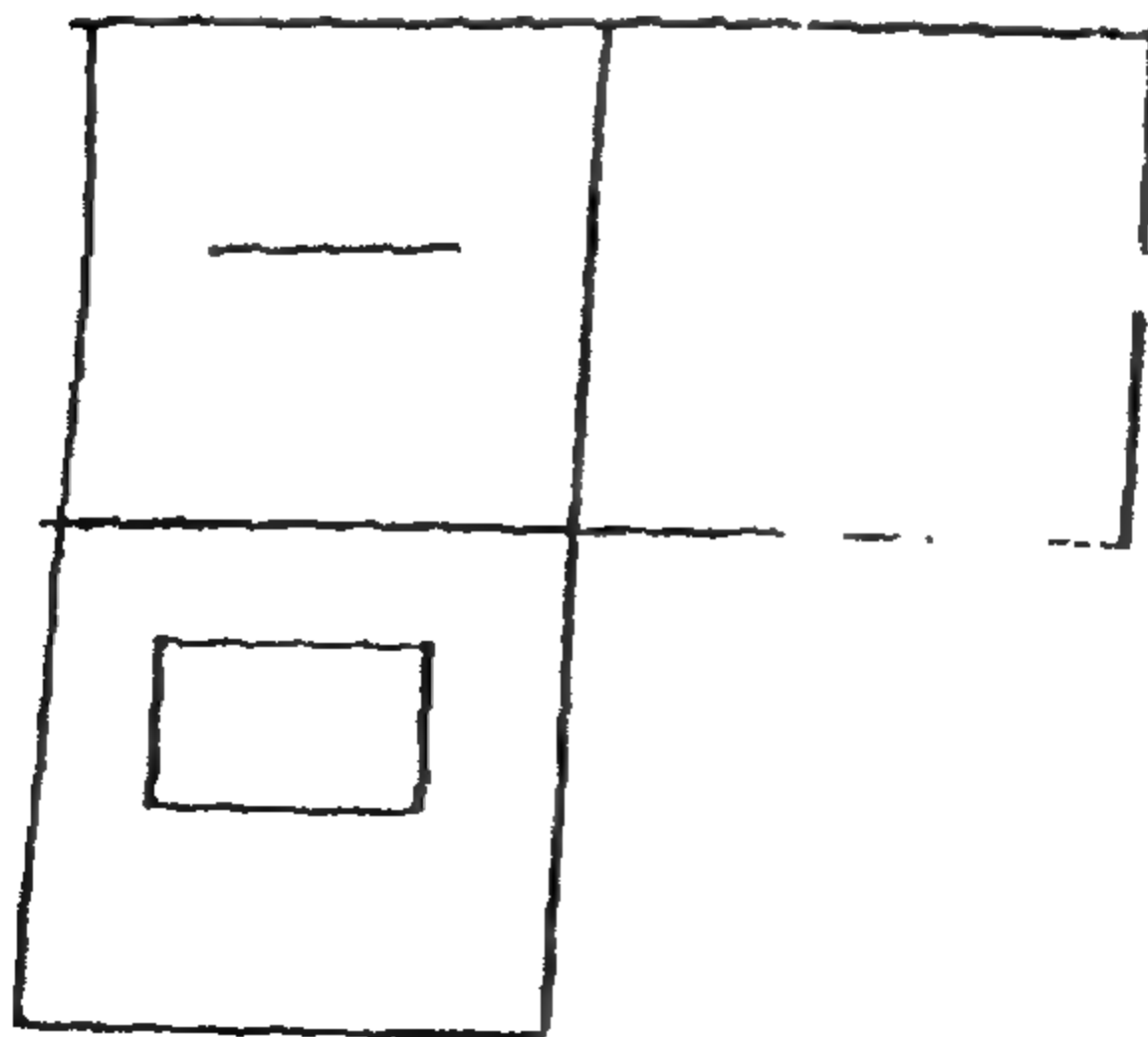
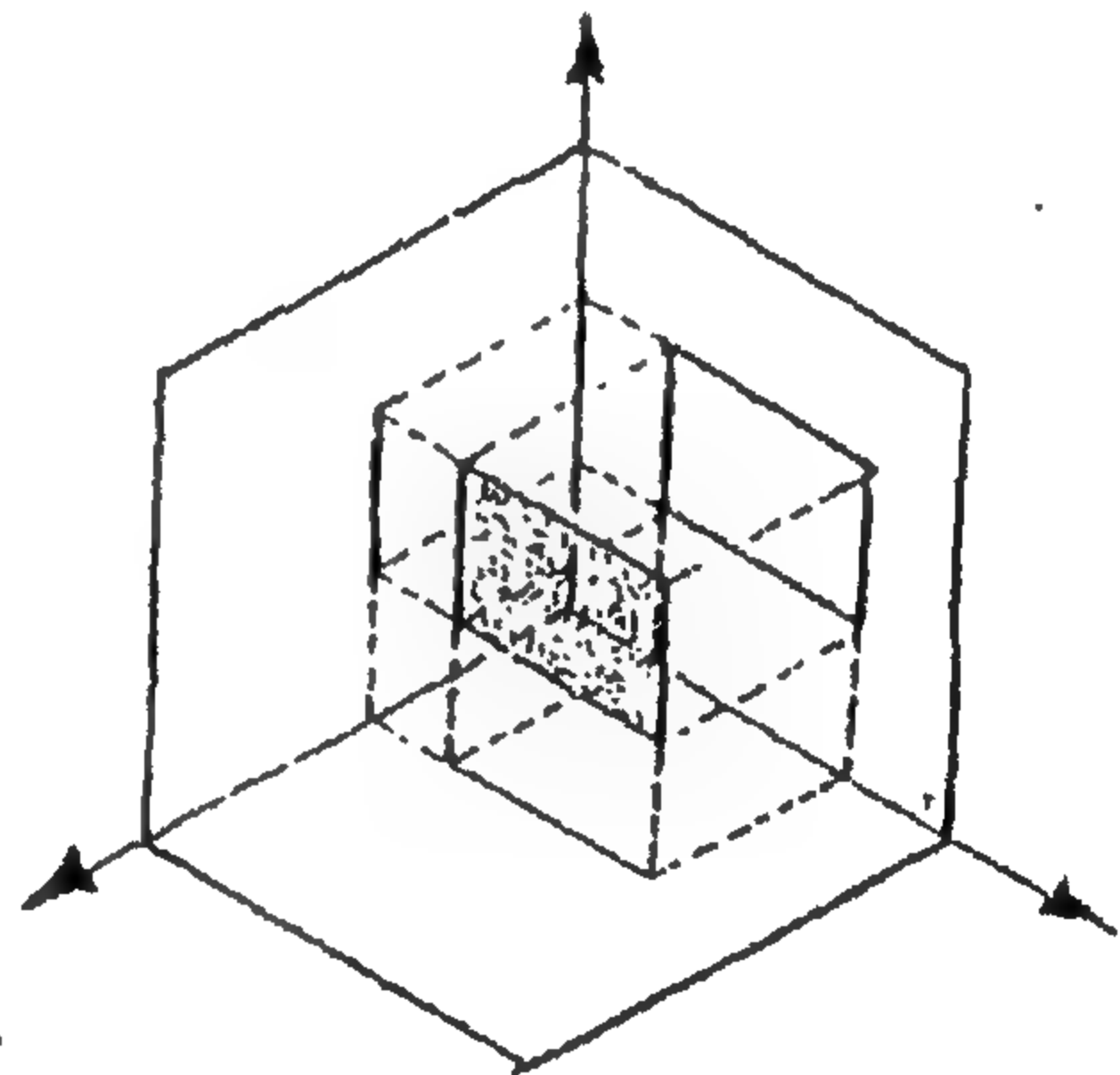
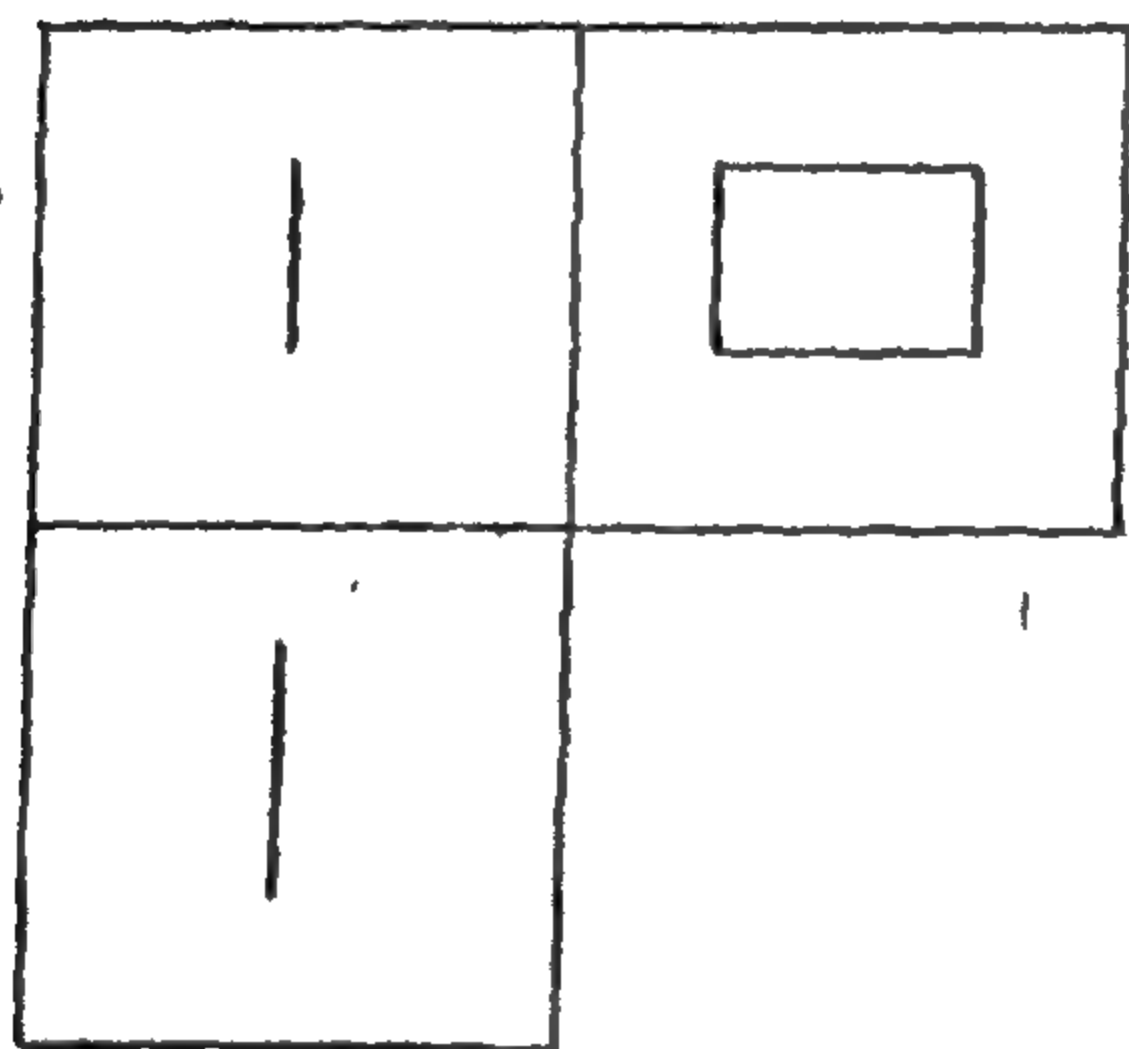
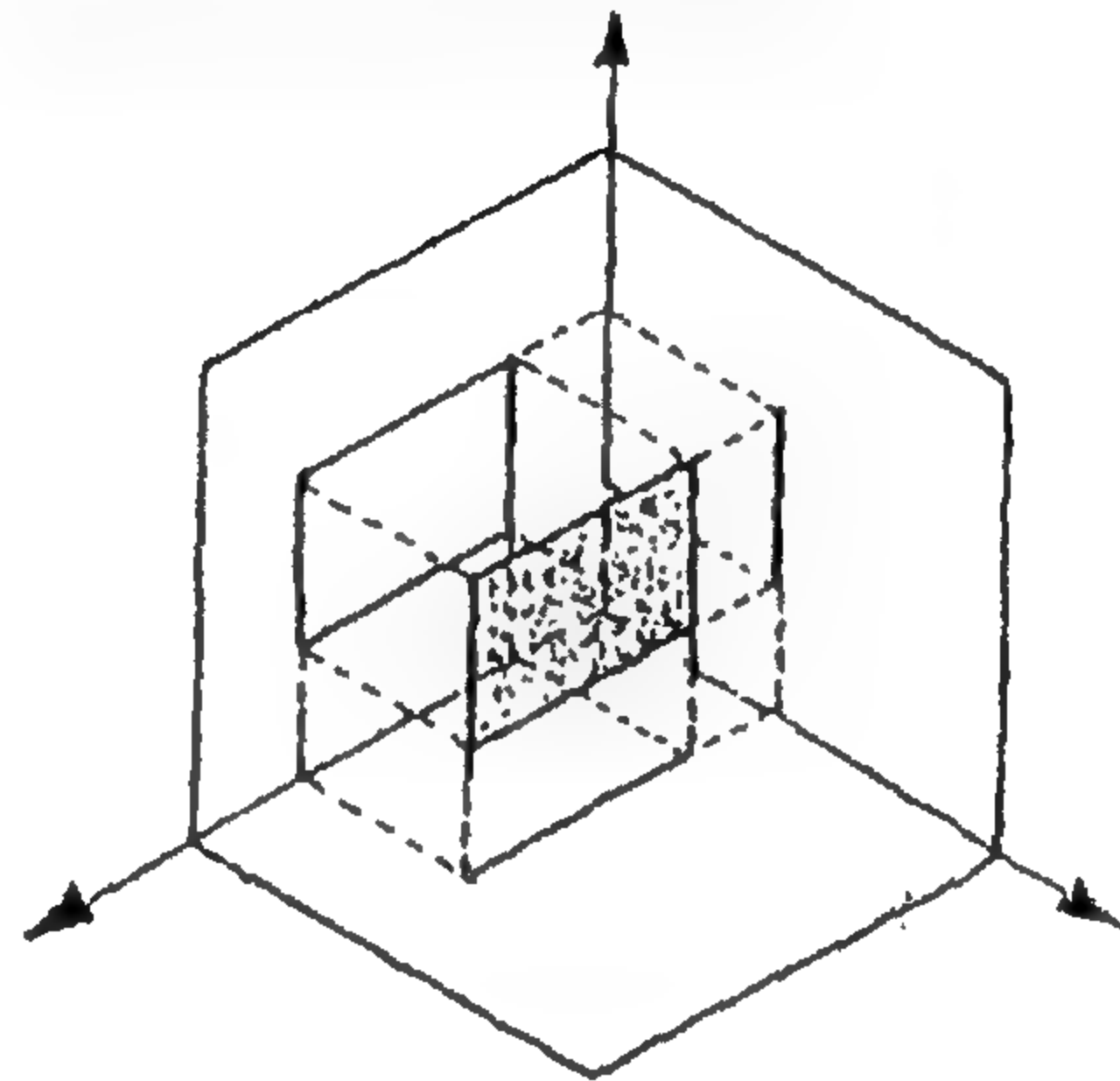
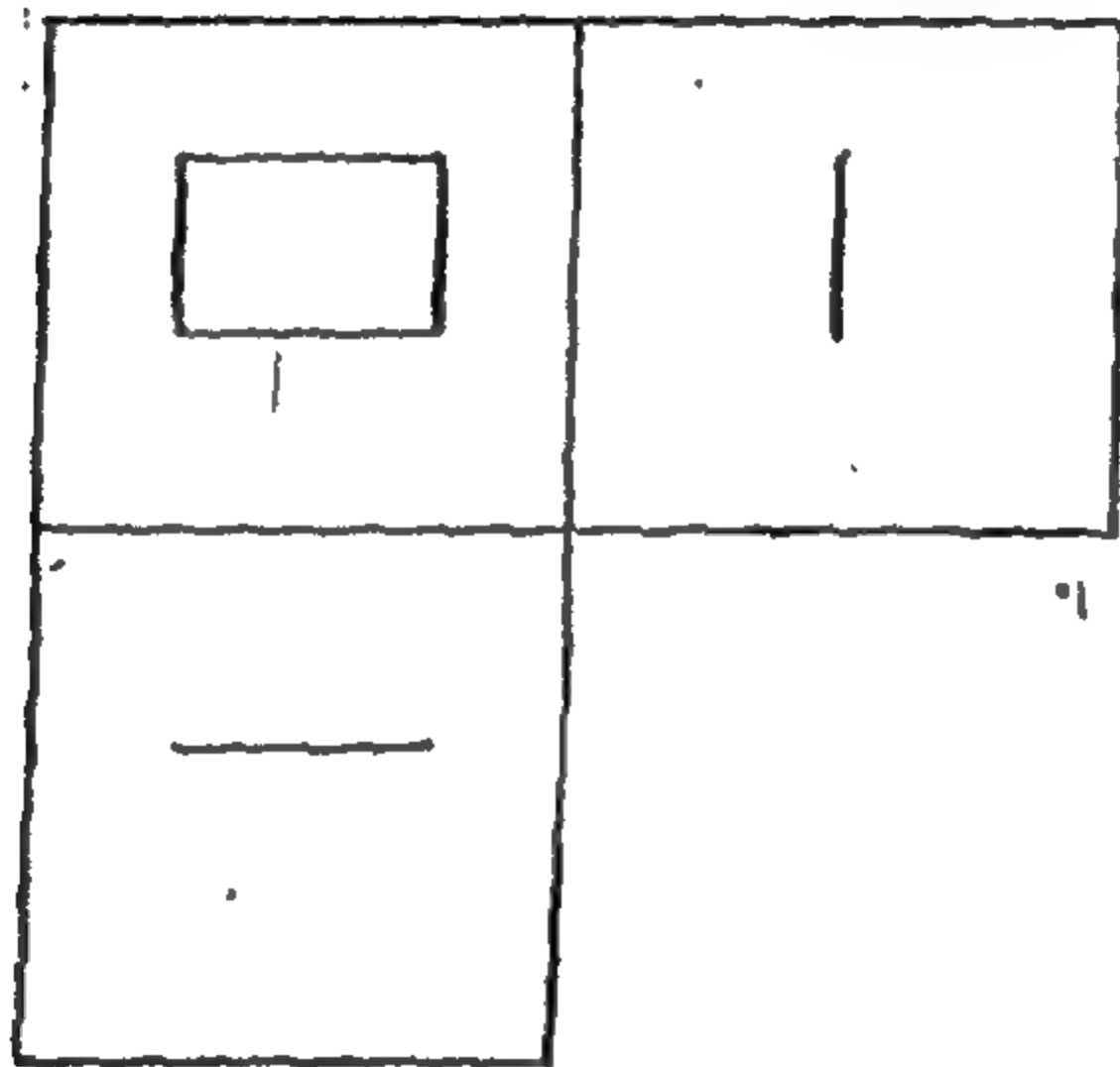
شكل (6-3): مساقط الخط المستقيم



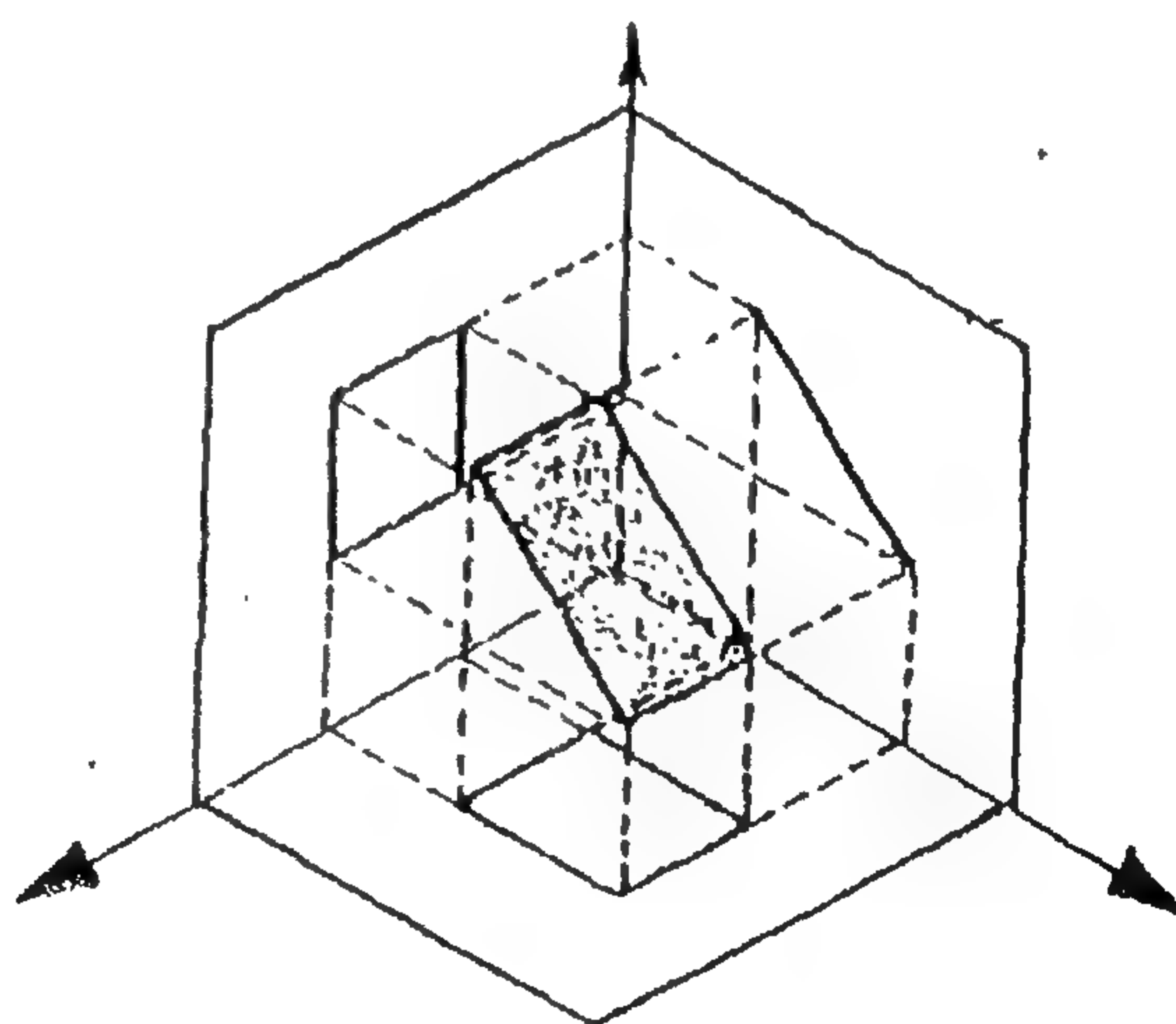
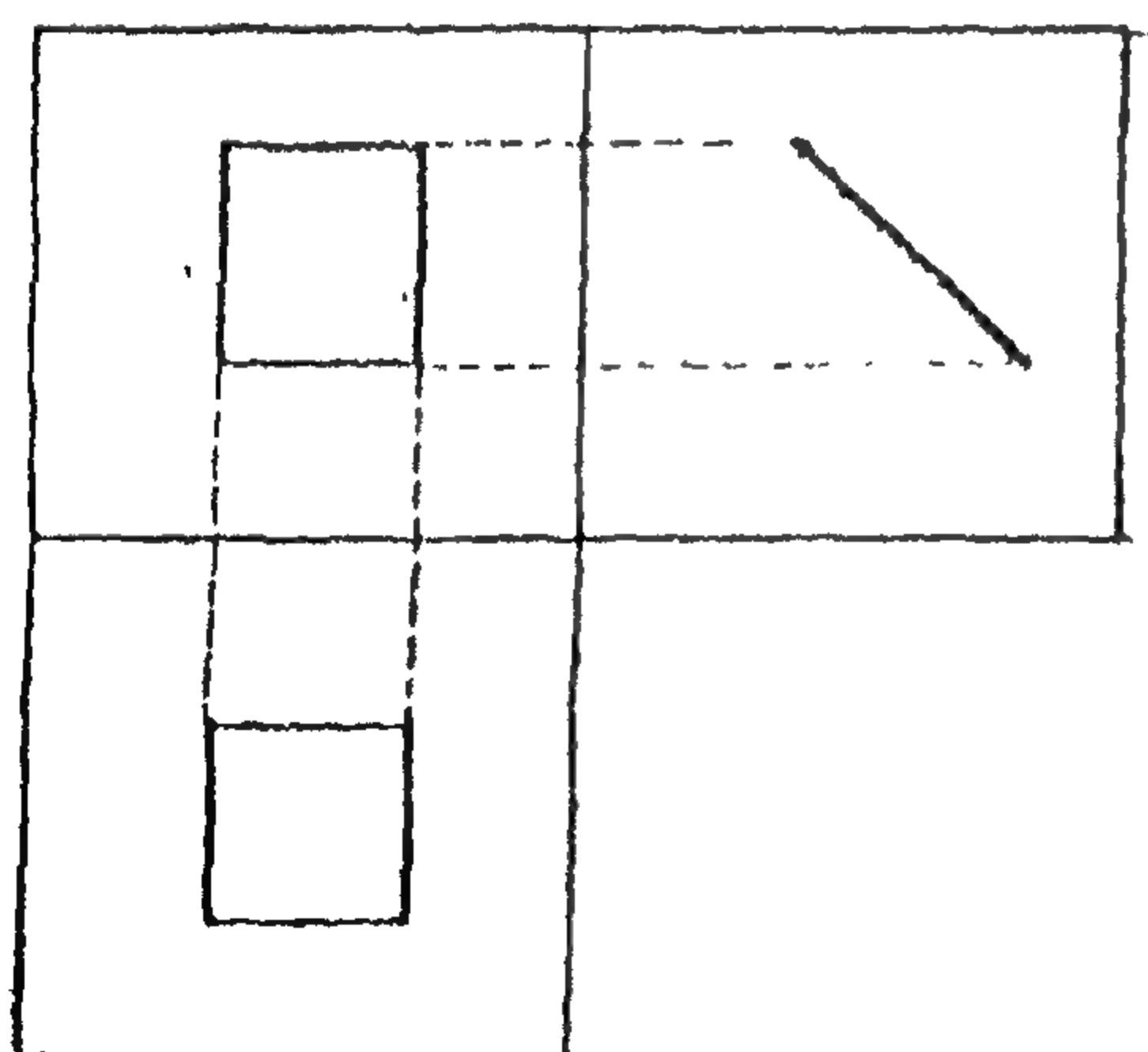
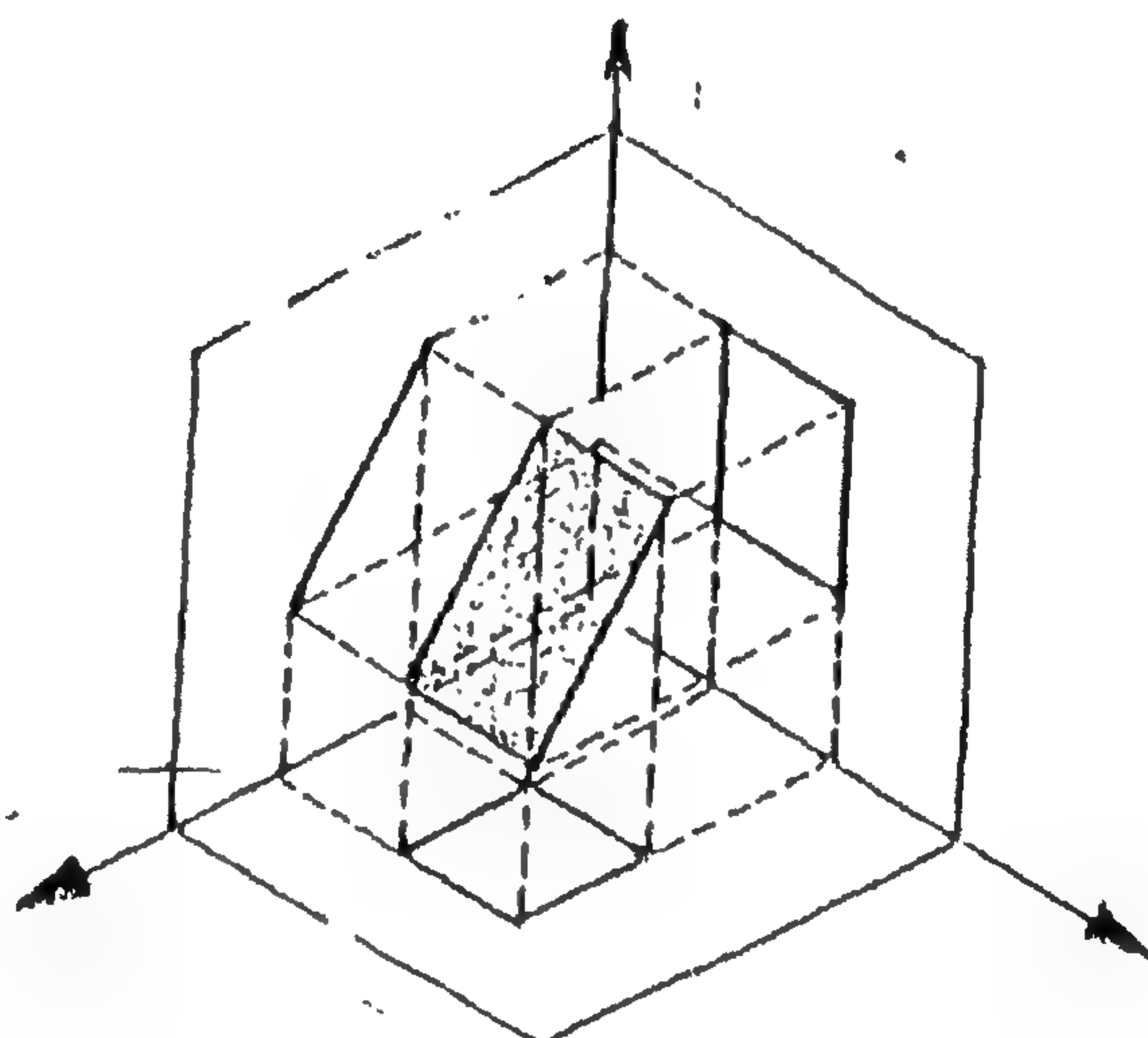
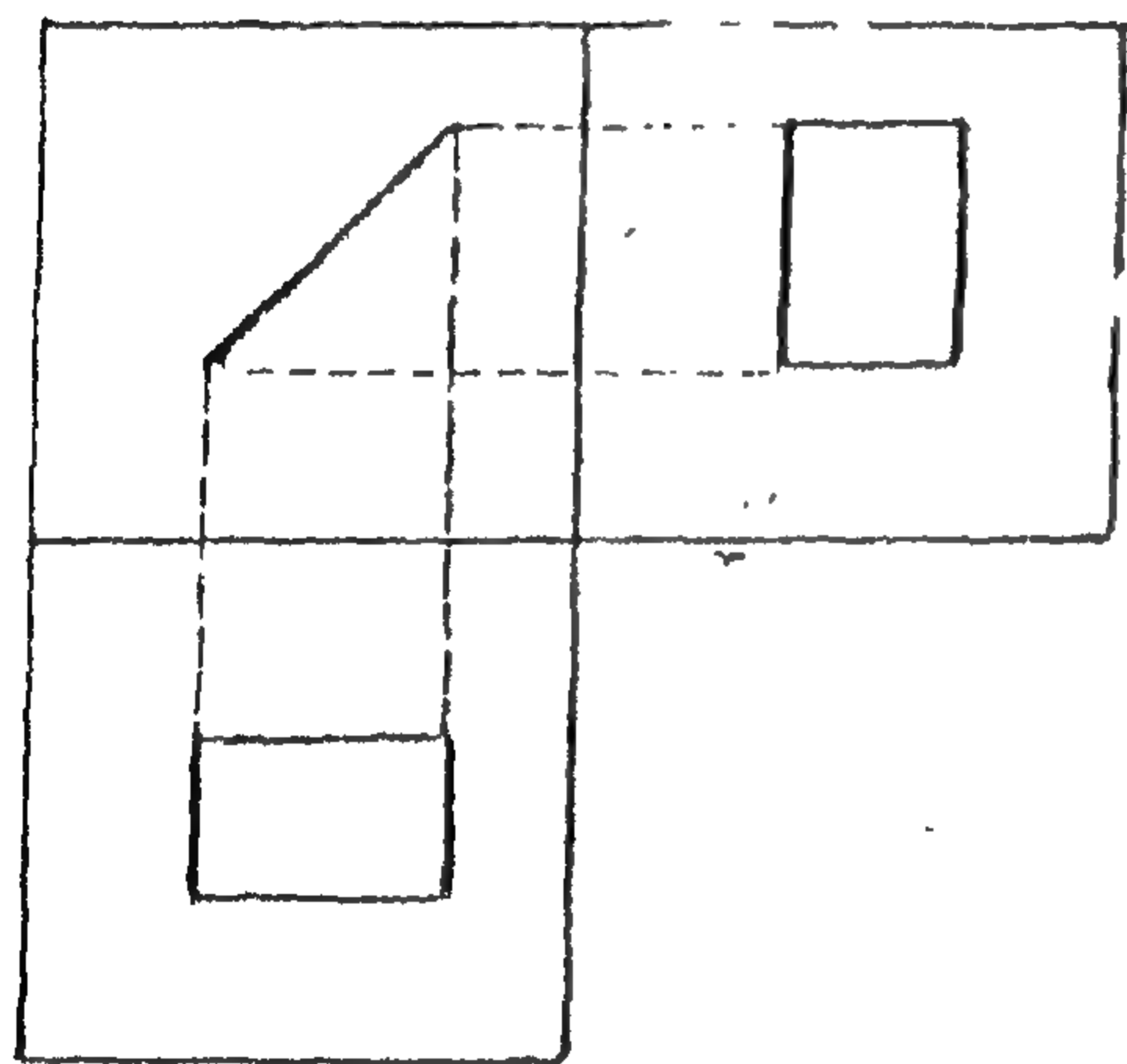
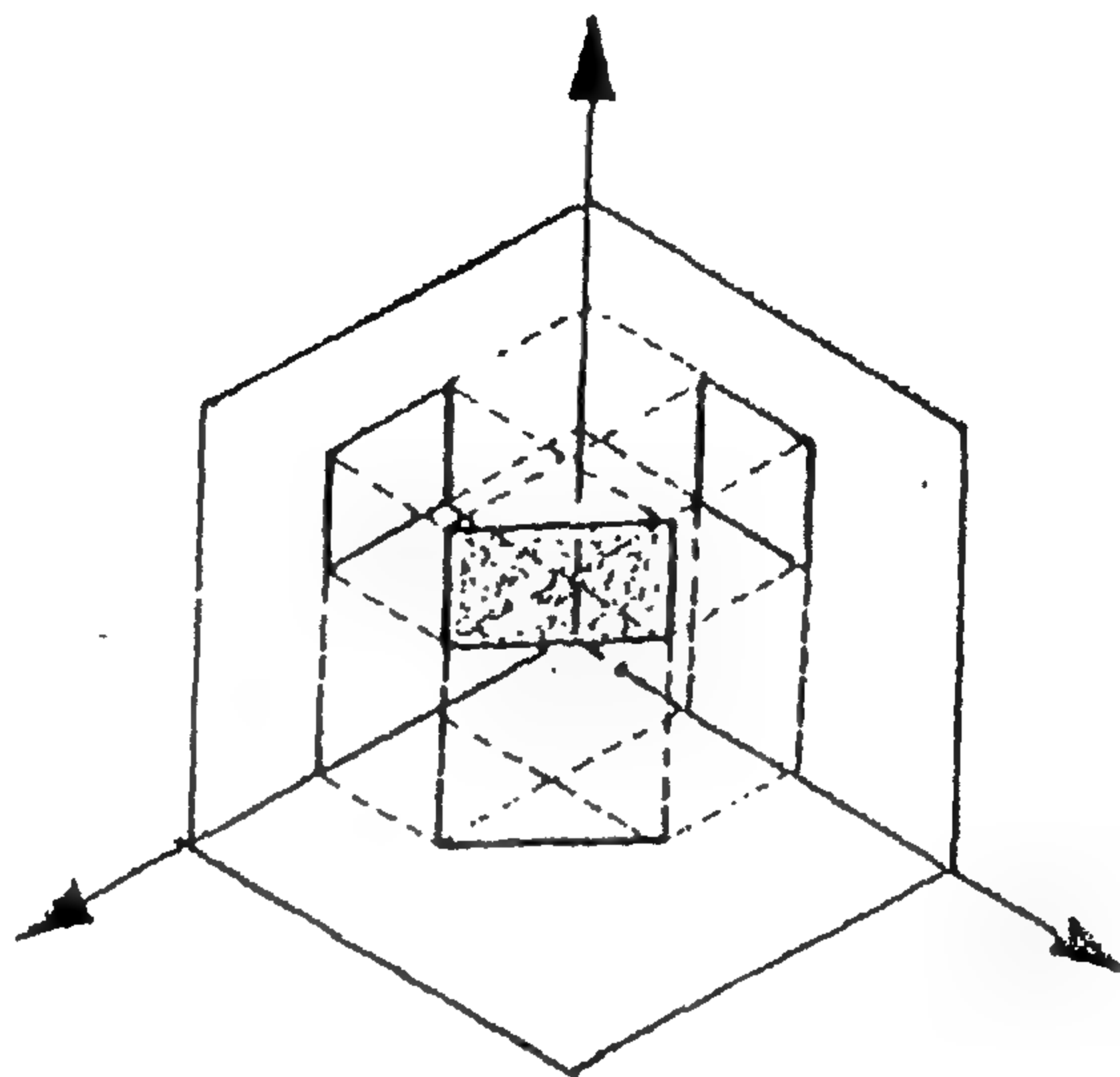
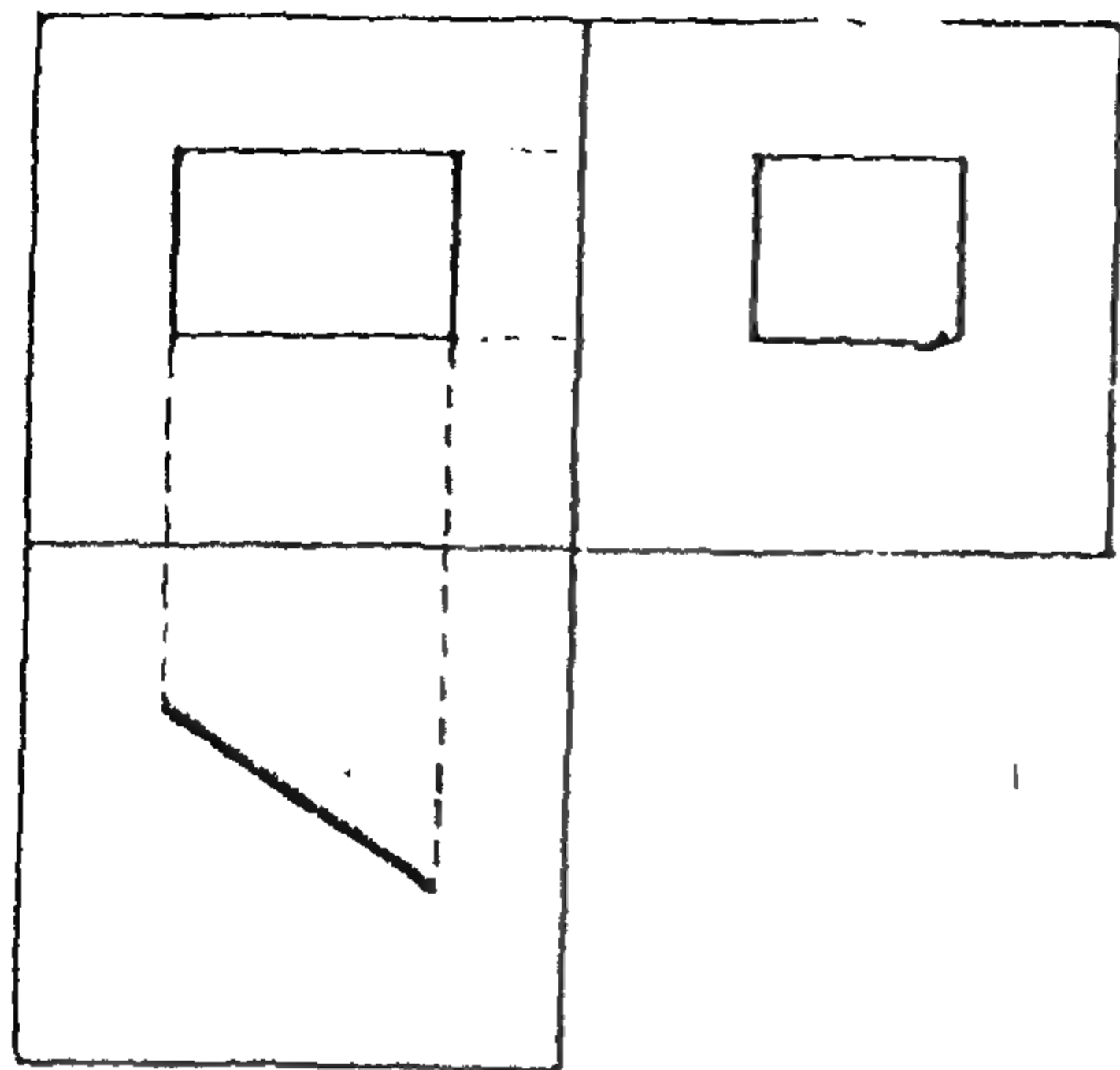
شكل (7-3): الخط المستقيم يوازي احد مستويات ومائل على المستويين الآخرين



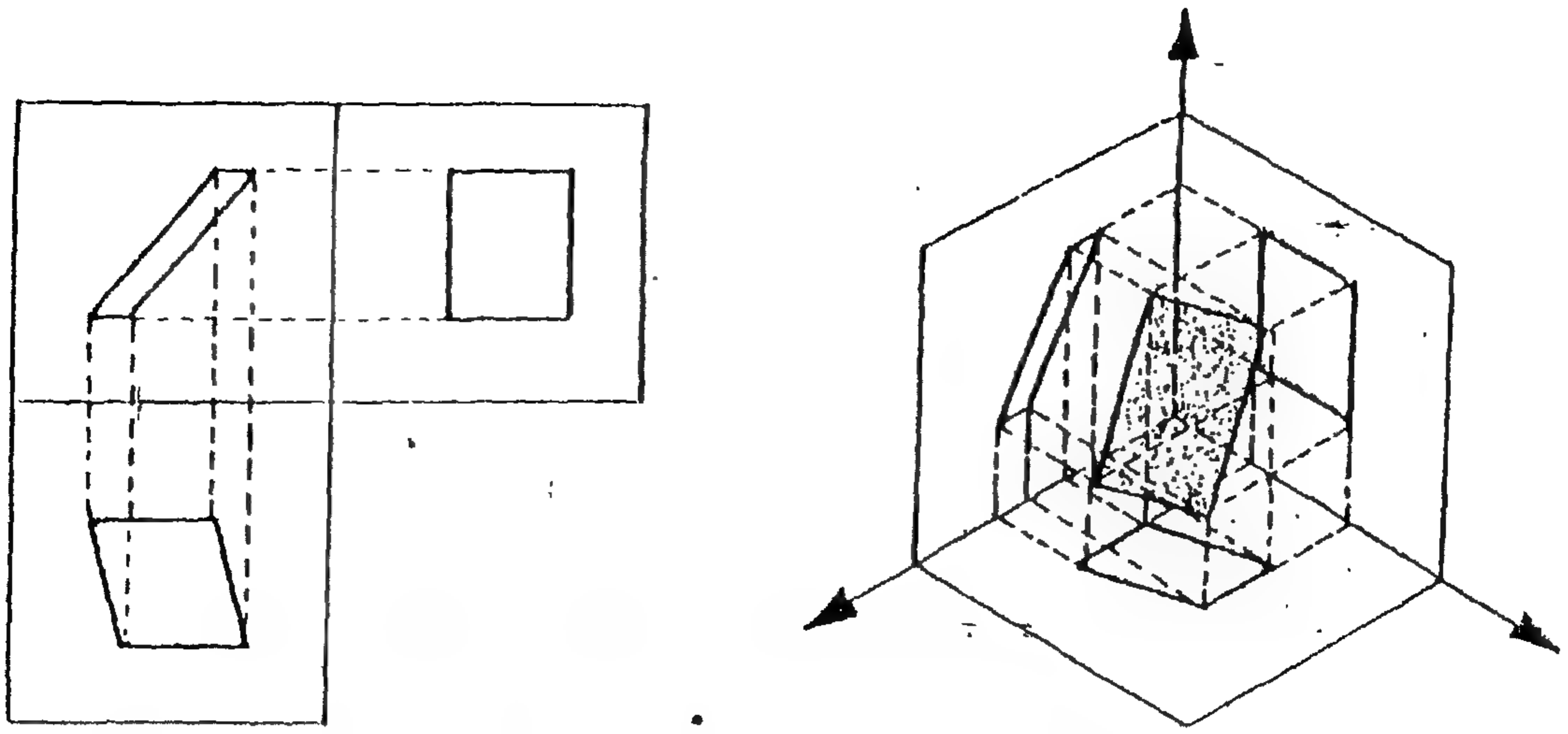
شكل (8-3): الخط المستقيم مائلا على المستويات الثلاثة



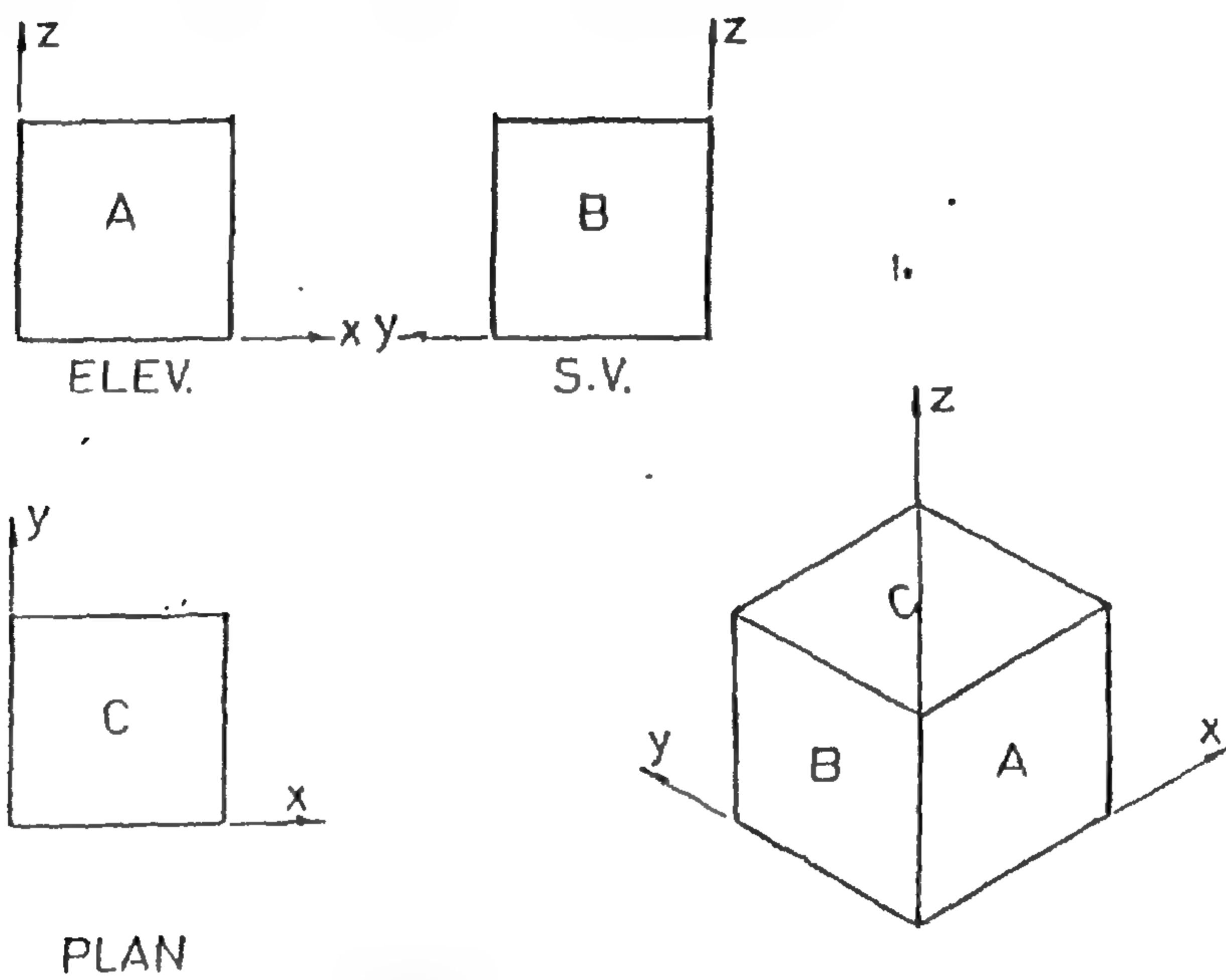
شكل (9-3): مساقط السطوح المستوية



شكل (10-3): مساقط السطوح المستوية



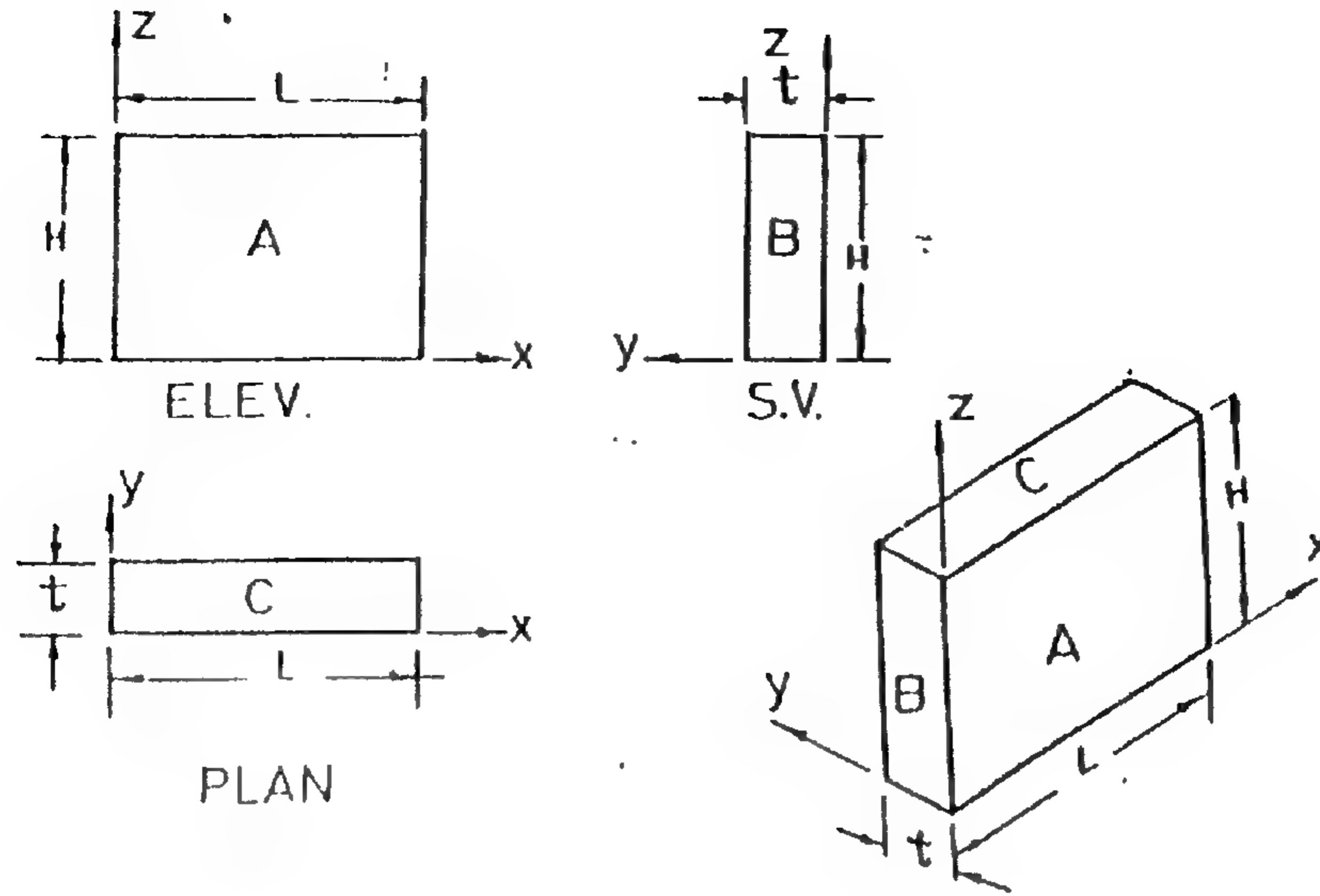
شكل (11-3): السطح المستوي مائل على المستويات الثلاثة



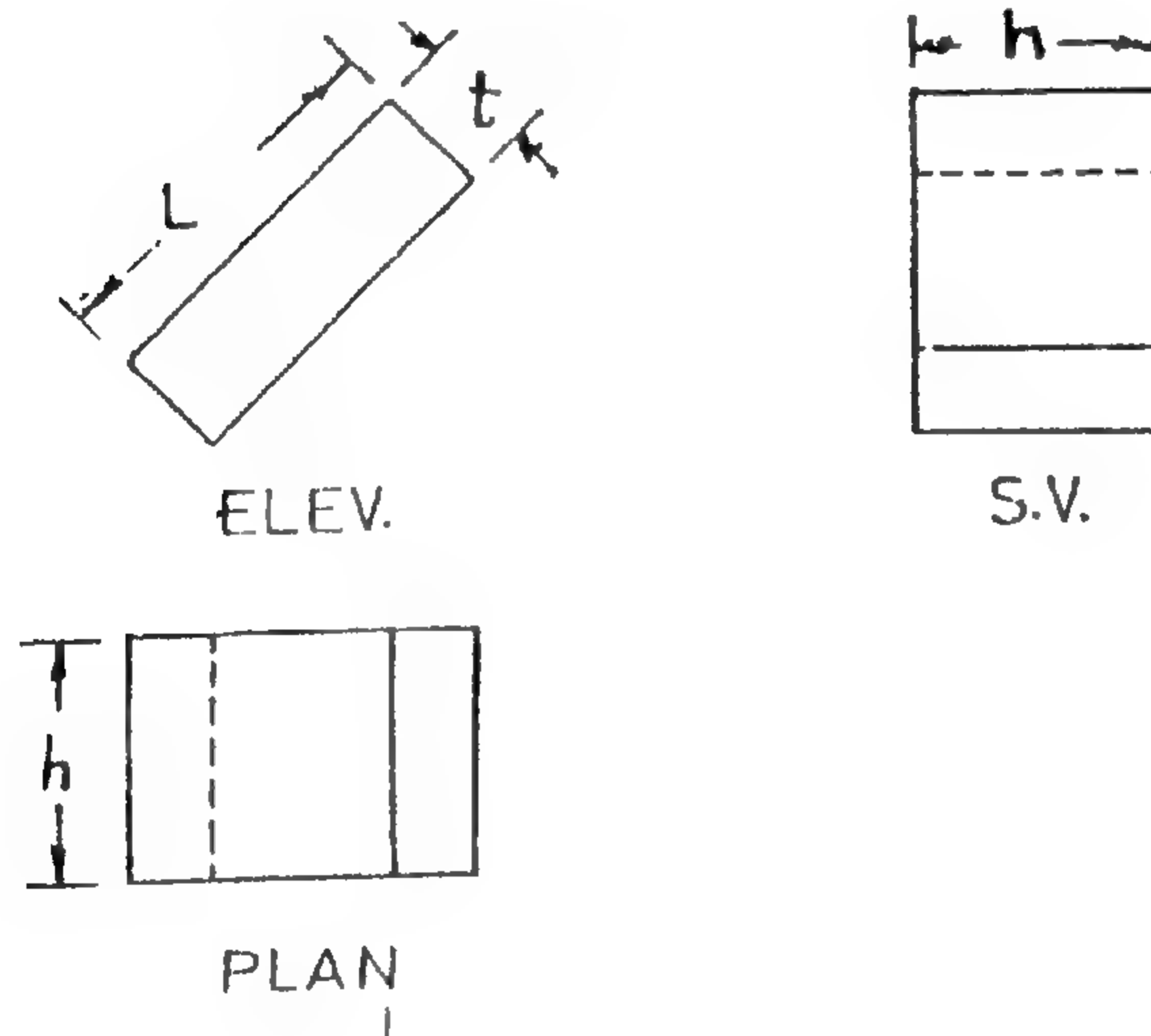
شكل (12-3): اسقط المكعب

- اسقط متوازي المستطيلات

كما يوضح شكل (13-3) المساقط الثلاثة لمتوازي مستطيلات ويلاحظ ان كل مسقط يظهر بشكل مستطيل ويجب ملاحظة الأبعاد المشتركة بين كل مسقطين. أما اذا كان متوازي المستطيلات في وضع خاص كما هو موضح بشكل (14-3) فان علاقة الأبعاد المباشرة بين المساقط تختلف عن الحالة الاولى ويلاحظ في هذه الحالة ظهور أحرف مخفية Hidden lines .



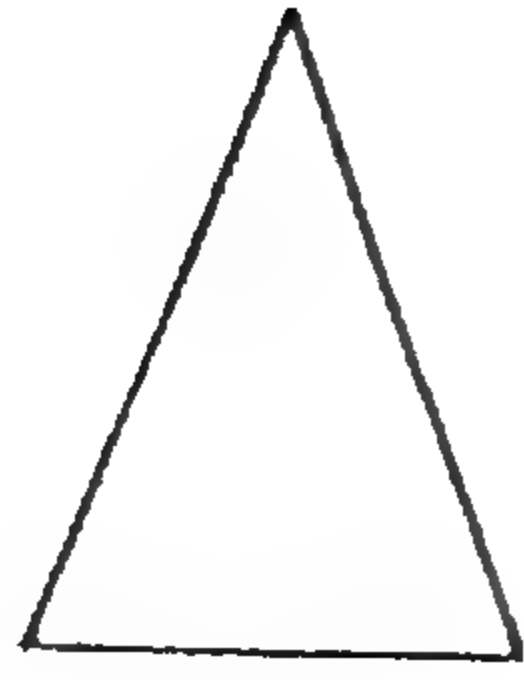
شكل (13-3): المساقط الثلاثة لمتوازي مستطيلات



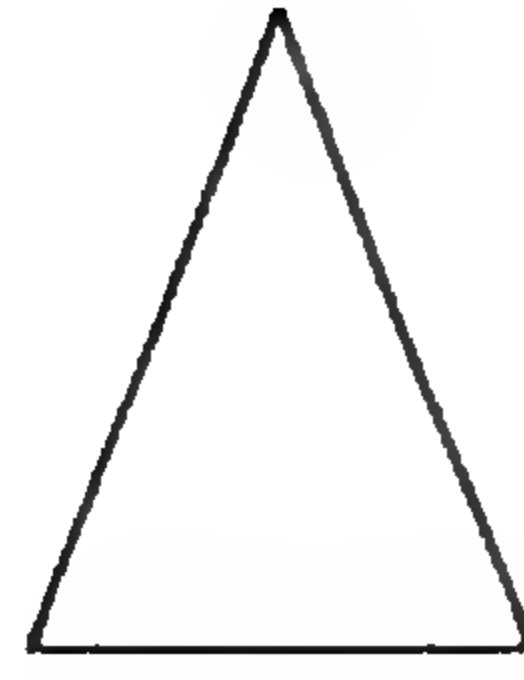
شكل: (14-3)

- اسقط الهرم

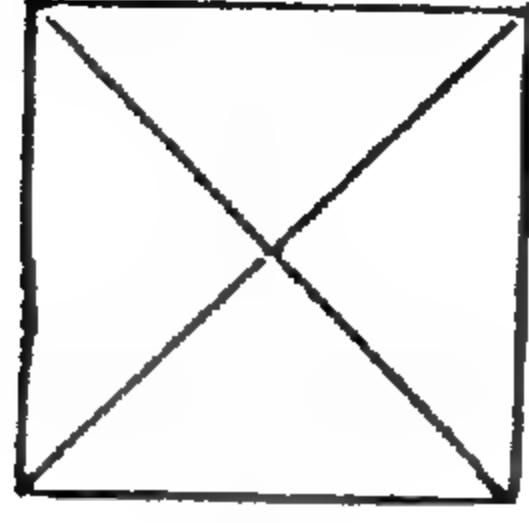
يوضح شكل (15-3) المساقط الثلاثة لهرم رباعي قائم محوره عمودي على المستوى الأفقي يظهر الهرم في كل من المسقطين الراسي والجانبى على شكل مثلث وهو يمثل احد اوجه الهرم كما يظهر في المسقط الافقى على شكل مربع قطراه هما احرف المربع. اما شكل (16-3) فيعطى مثالا اخر في حالة ما اذا كان حرفان من احرف الهرم يوازيان المستوى الراسي (وجهان). كما يوضح شكل (17-3) المساقط الثلاثة لهرم ناقص مسقطه الراسي شبه منحرف يميل الوجهين (1.2) بينما الوجهان (3.4) يمثلان المسقط الجانبى. ويلاحظ ايضا ان احرف الهرم في هذه الحالة تمثل في المسقط الافقى بمستقيمات تصل بين رؤوس القاعدتين.



ELEV.

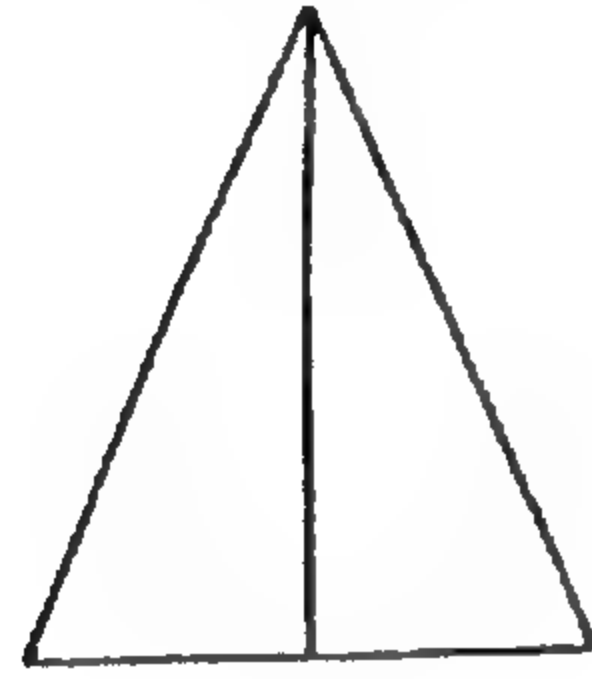


S.V.

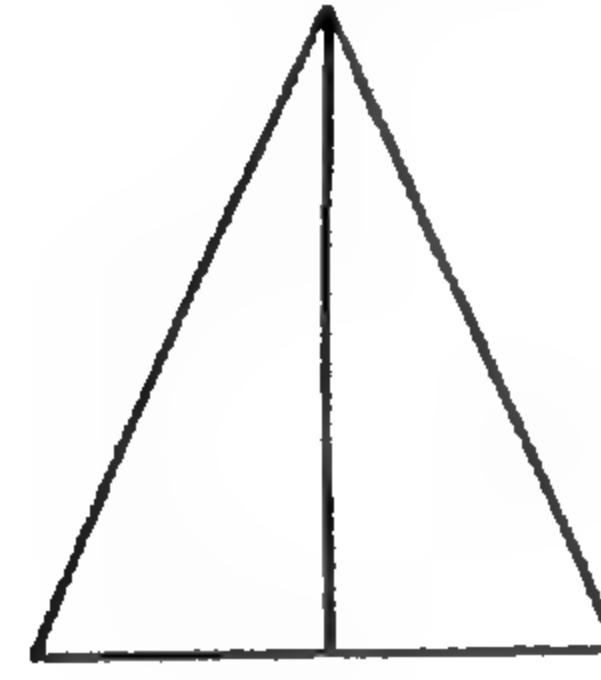


PLAN

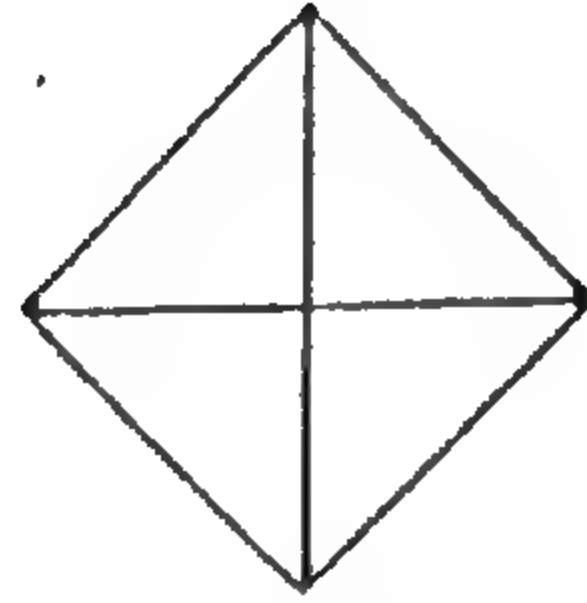
شكل (15-3): المساقط الثلاثة لهرم رباعي قائم



ELEV.

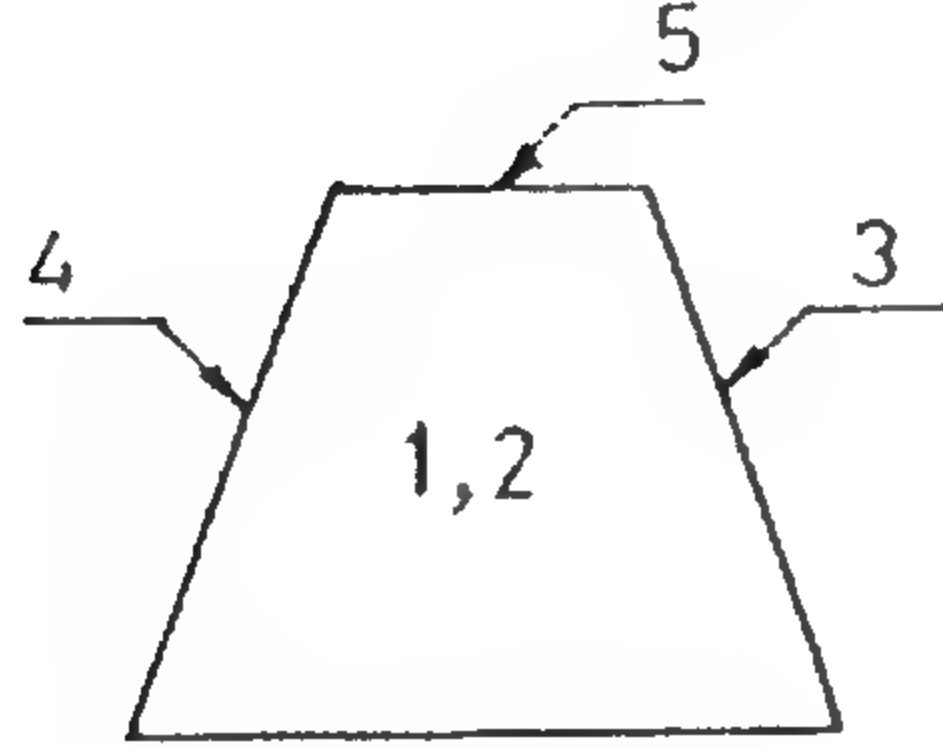


S.V.

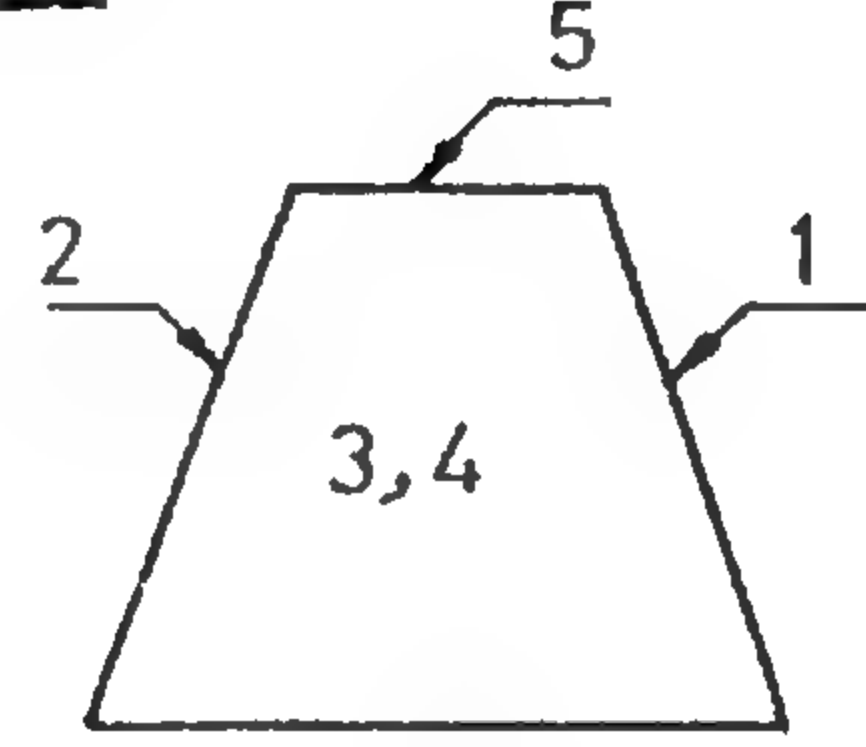


PLAN

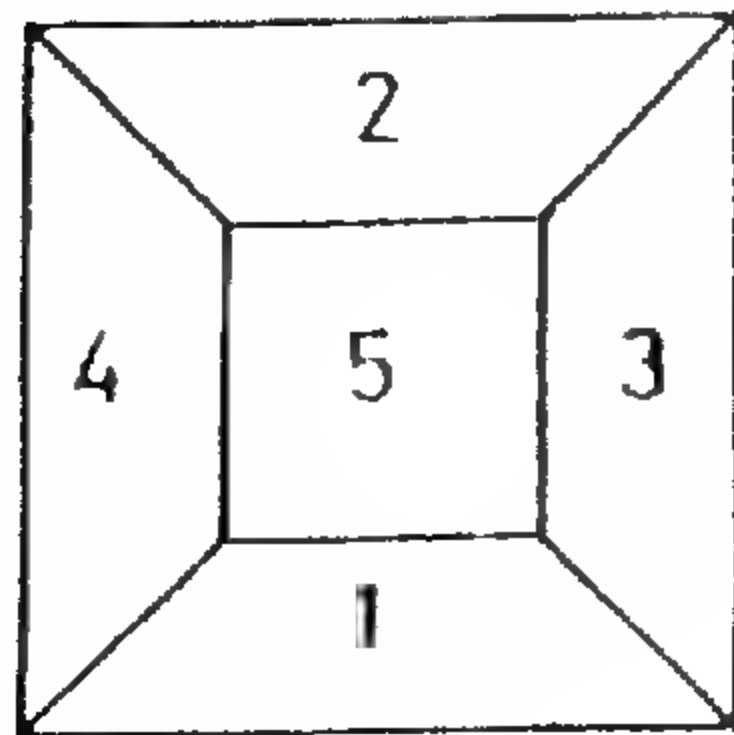
شكل (16-3)



ELEV.



S.V.

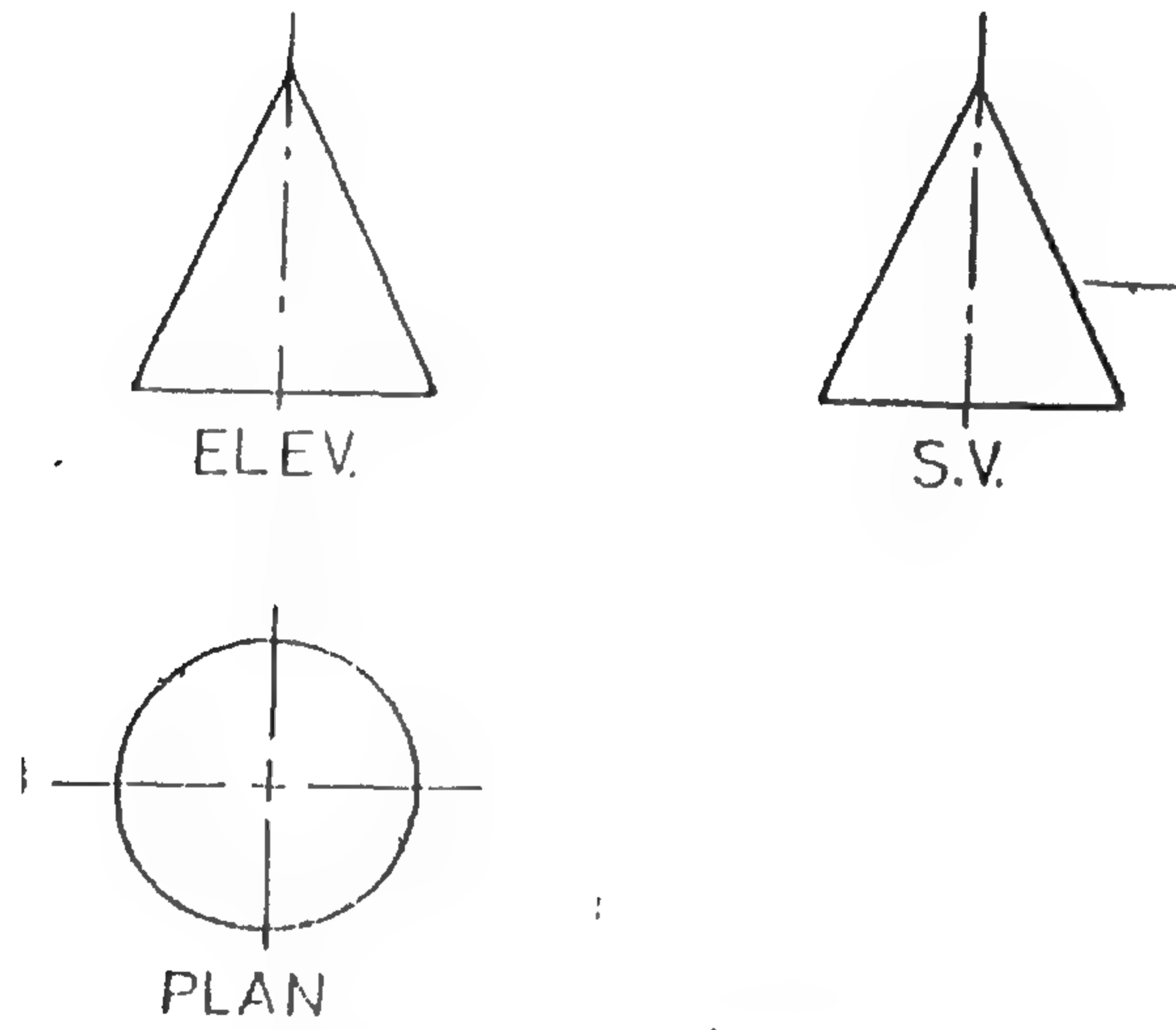


PLAN

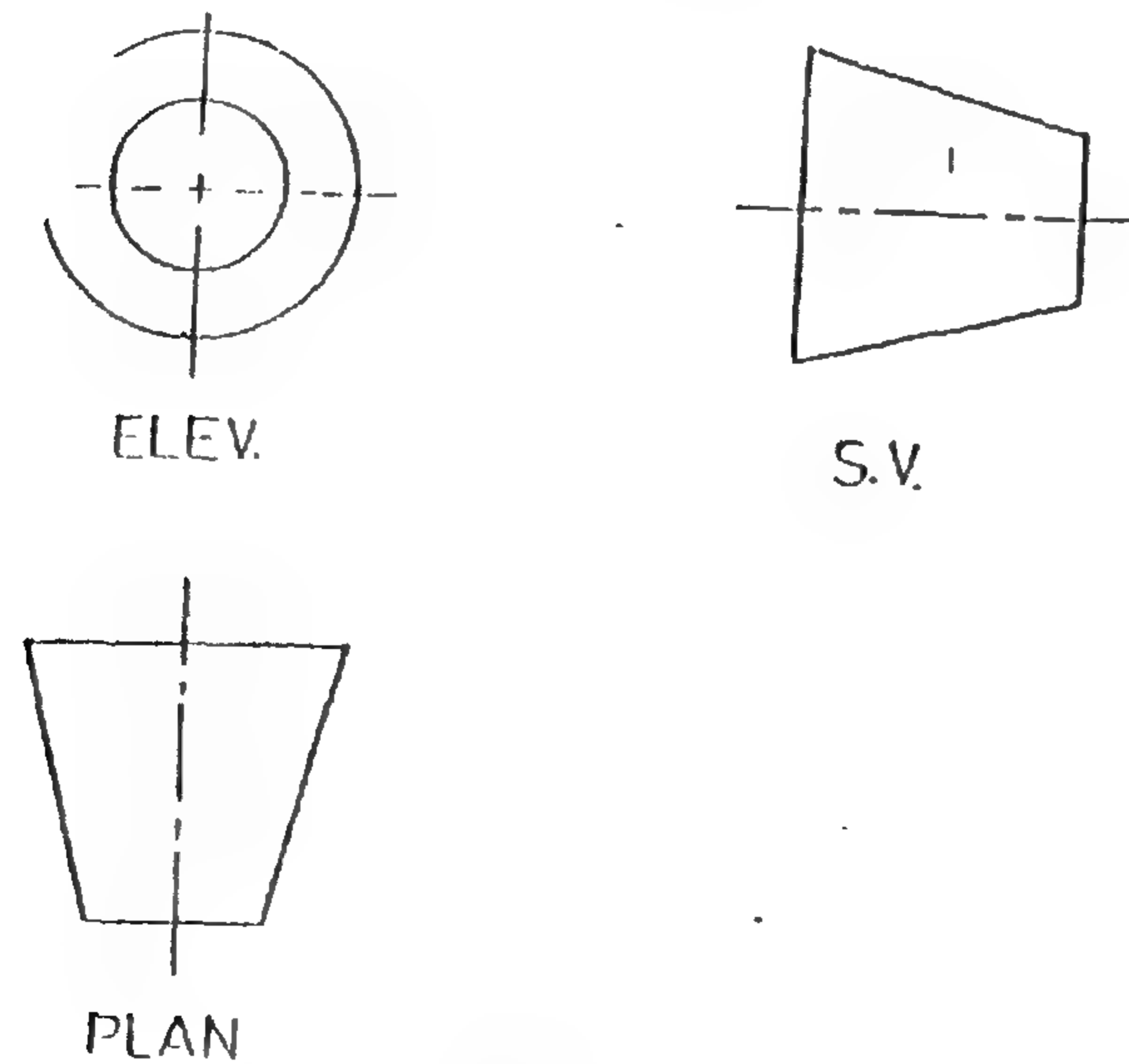
شكل (17-3) : المساقط الثلاثة لهرم ناقص

- اسقط المخروط

ويوضح شكل (3-18) المساقط الثلاثة لمخروط دائري قائم محوره عمودي على شكل دائرة. بينما يظهر المخروط على شكل مثلث متساوي الساقين في كل من المسقطين الراسي والجانبى ، طول قاعدته تساوى قطر دائرة قاعدة المخروط. كما يوضح شكل (3-19) المساقط الثلاثة لمخروط قائم ناقص محوره عمودي على المستوى الراسي وفيه يكون المسقط الراسي عبارة عن دائرتين متحدتين في المركز بينما في المسقط الأفقي والجانبى فيظهر المخروط الناقص على شكل شبه منحرف قاعدته الكبرى تساوى قطر الدائرة الكبرى والقاعدة الصغرى.



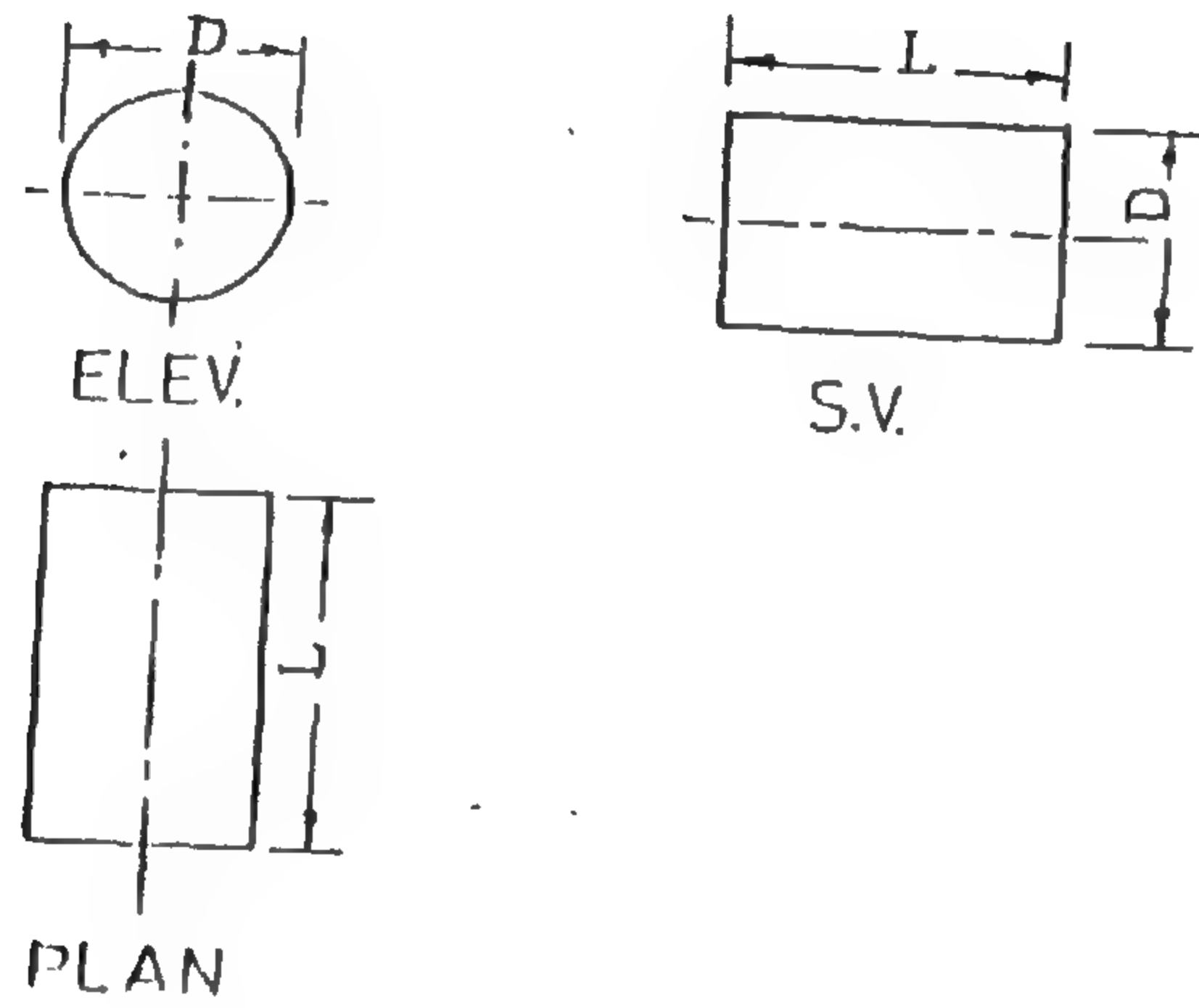
شكل (3-18): المساقط الثلاثة لمخروط دائري قائم



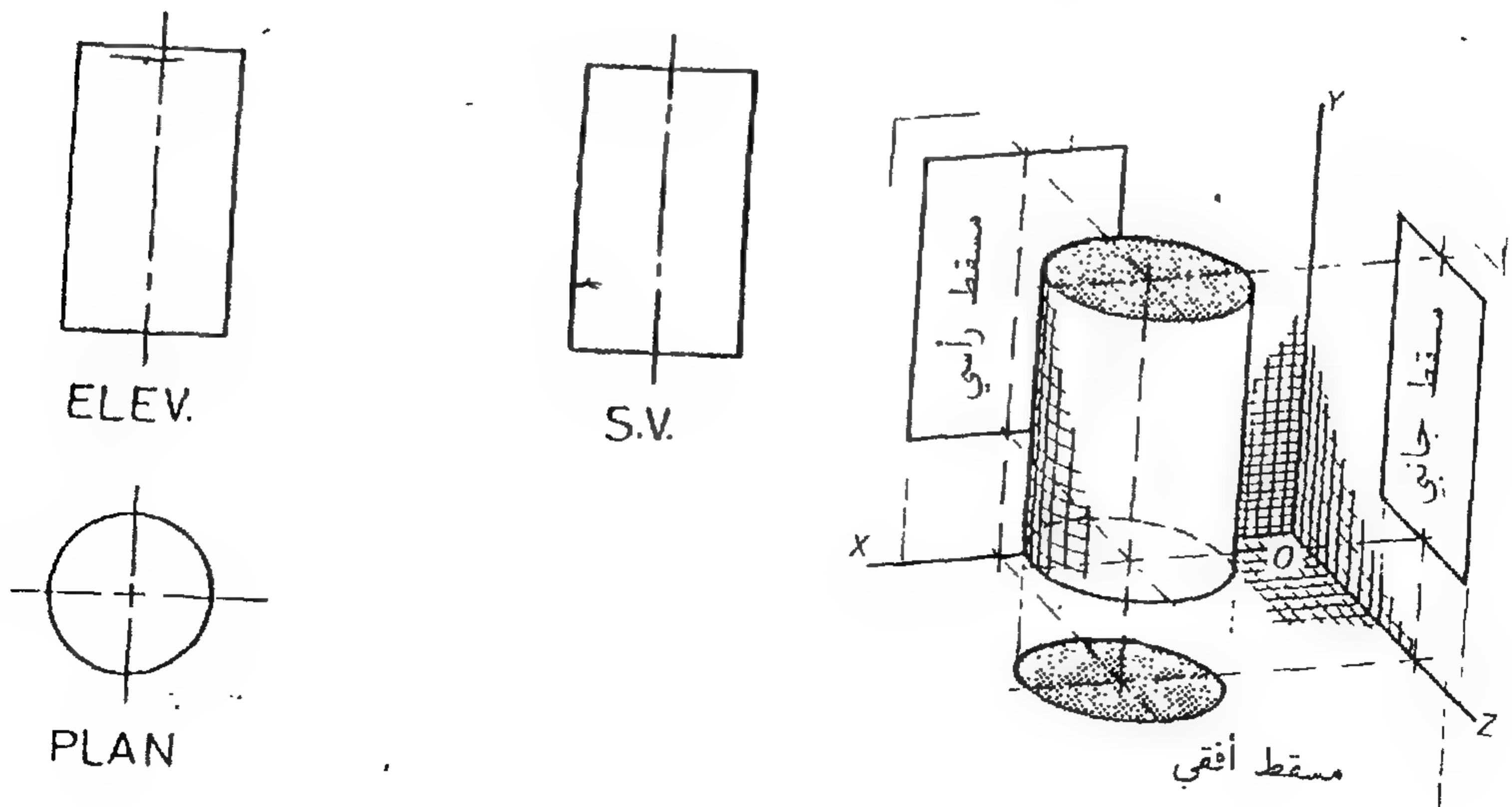
شكل (3-19): المساقط الثلاثة لمخروط قائم ناقص

- اسقط الاسطوانة

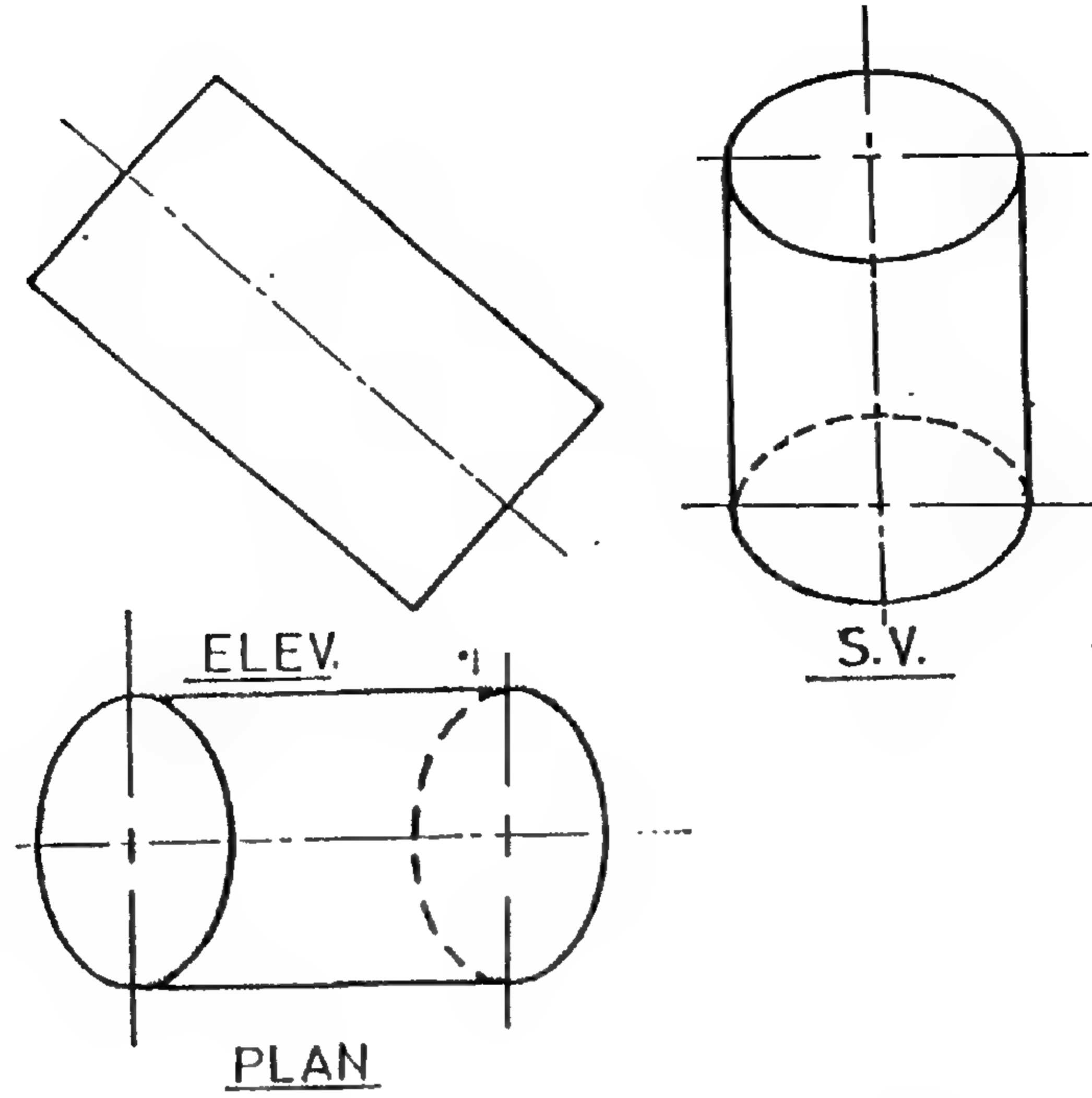
ويوضح شكل (20-3) المساقط الثلاثة لاسطوانة قائمة محورها عمودي على المستوى الراسي. فيظهر المسقط الراسي عبارة عن دائرة. بينما نجد ان جميع رواسم السطح قد ظهرت في المسقط الأفقي والجانبى عبارة عن مستطيل ابعاده (D, L) حيث D هو قطر قاعدة الاسطوانة و L هو ارتفاع الاسطوانة. أما اذا كان محور الاسطوانة عمودي على المستوى الأفقي او الجانبى فان المساقط الثلاثة للاسطوانة كما يوضح شكل (21-3). وفى بعض الاحيان لا يكون محور الاسطوانة عموديا على احد مستويات الاسقاط كما هو موضح في شكل (22-3)، فيظهر المسقط الراسي على شكل مستطيل .. بينما تظهر قاعدتا الاسطوانة في المسططين الأفقي والجانبى على شكل قطعتين ناقصتين، فى كل منهما طول المحور الاكبر هو طول قطر قاعدة الاسطوانة والمحور الاصغر يحدد بالاسقاط.



شكل (20-3): المساقط الثلاثة لاسطوانة قائمة



شكل (21-3)



شكل (3-22) : المساقط الثلاثة لأسطوانة محورها لا يكون عموديا على احد مستويات الإسقاط

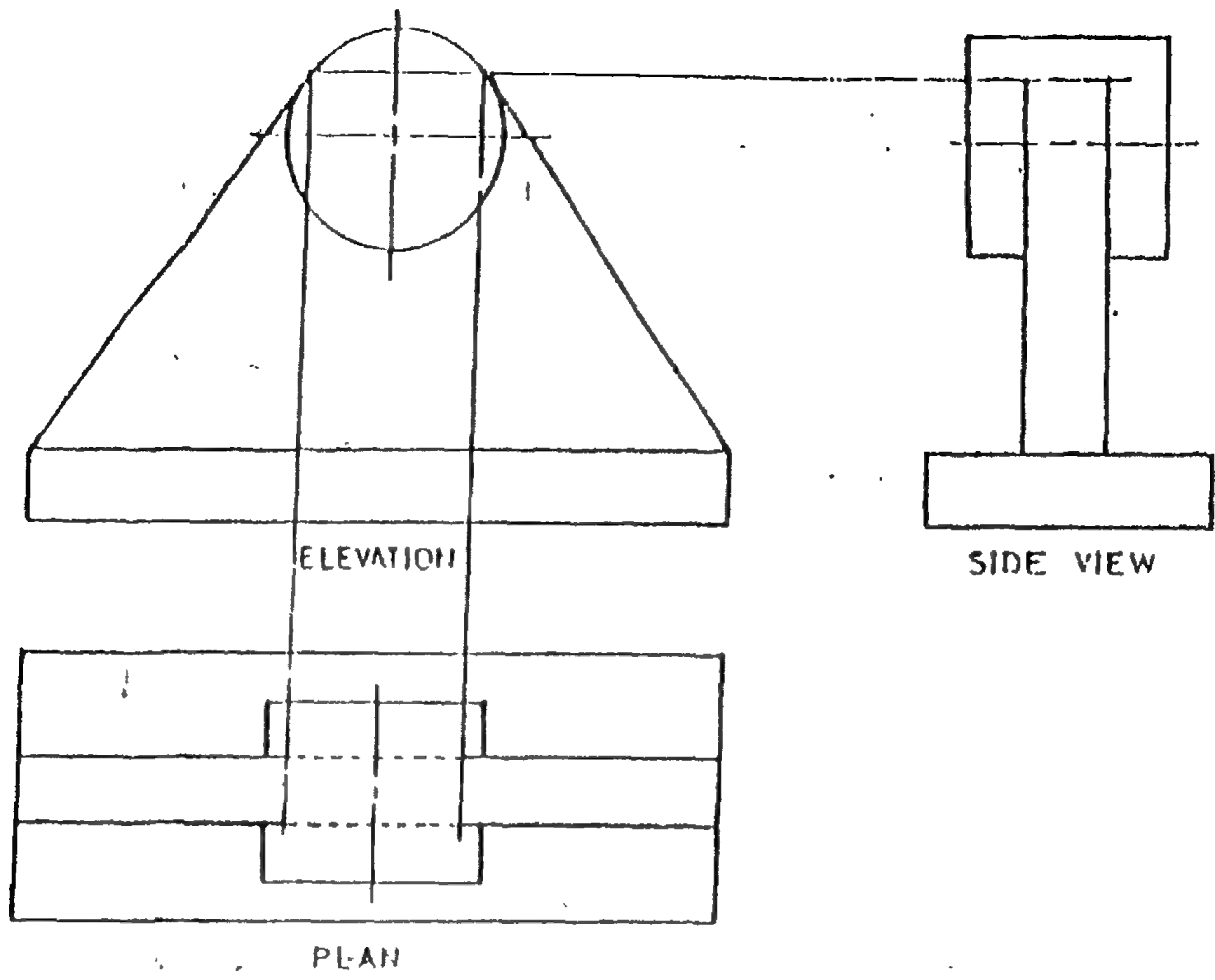
- تمثيل الخطوط المخفية

في أي جسم هندسي نجد خطوط وأحرف مخفية لا تظهر في المساقط عند النظر للجسم في اتجاه الإسقاط. وتمثل هذه الخطوط في المساقط بخطوط متقطعة.

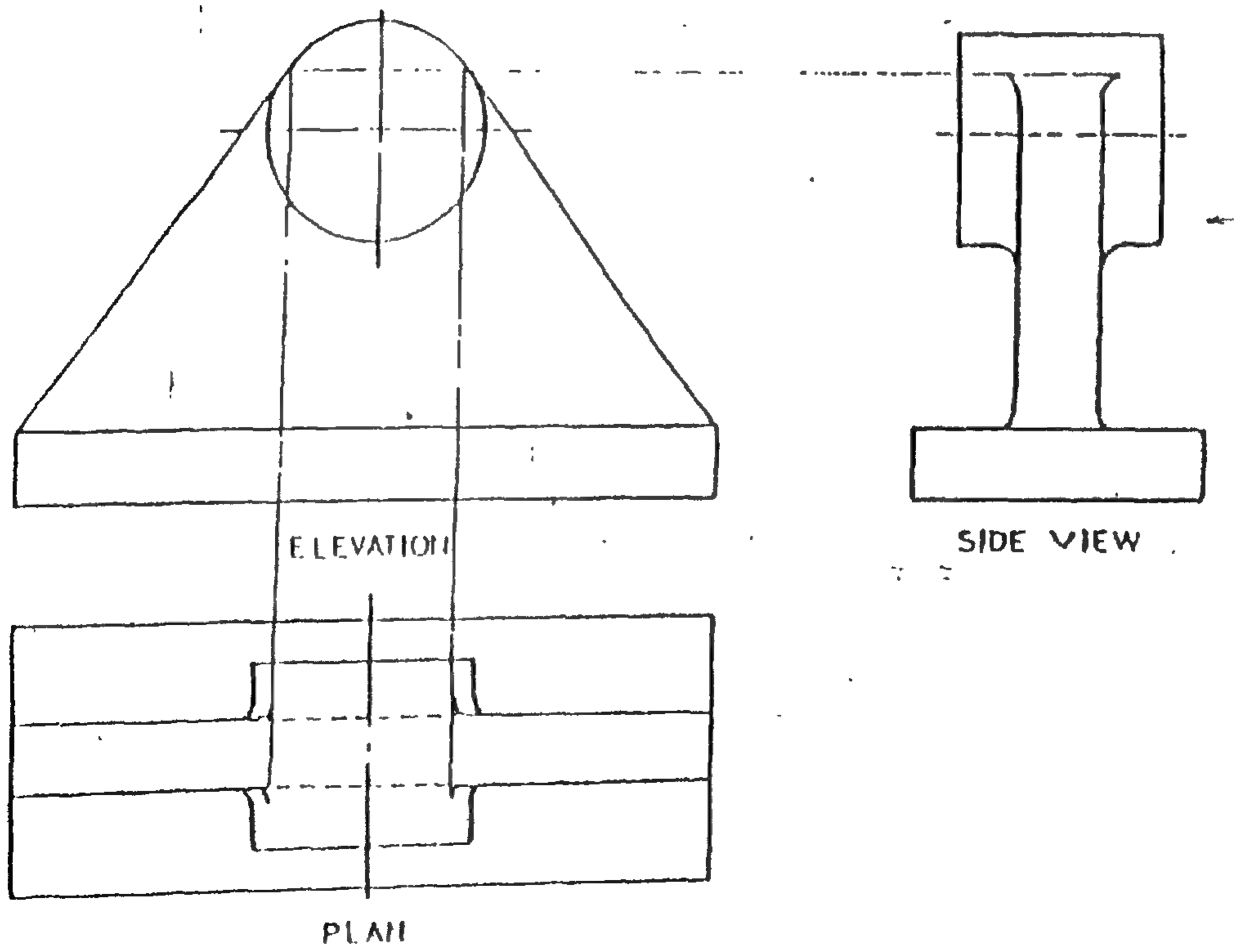
- إسقاط الأعصاب Projection of Webs

الأعصاب هي عناصر في الجسم الهندسي فائدتها ربط أجزائه ببعضها أو تقوية الجسم وعادة ما تكون الأعصاب ذات أحرف مائلة أو منحنية وذات سمك صغير.

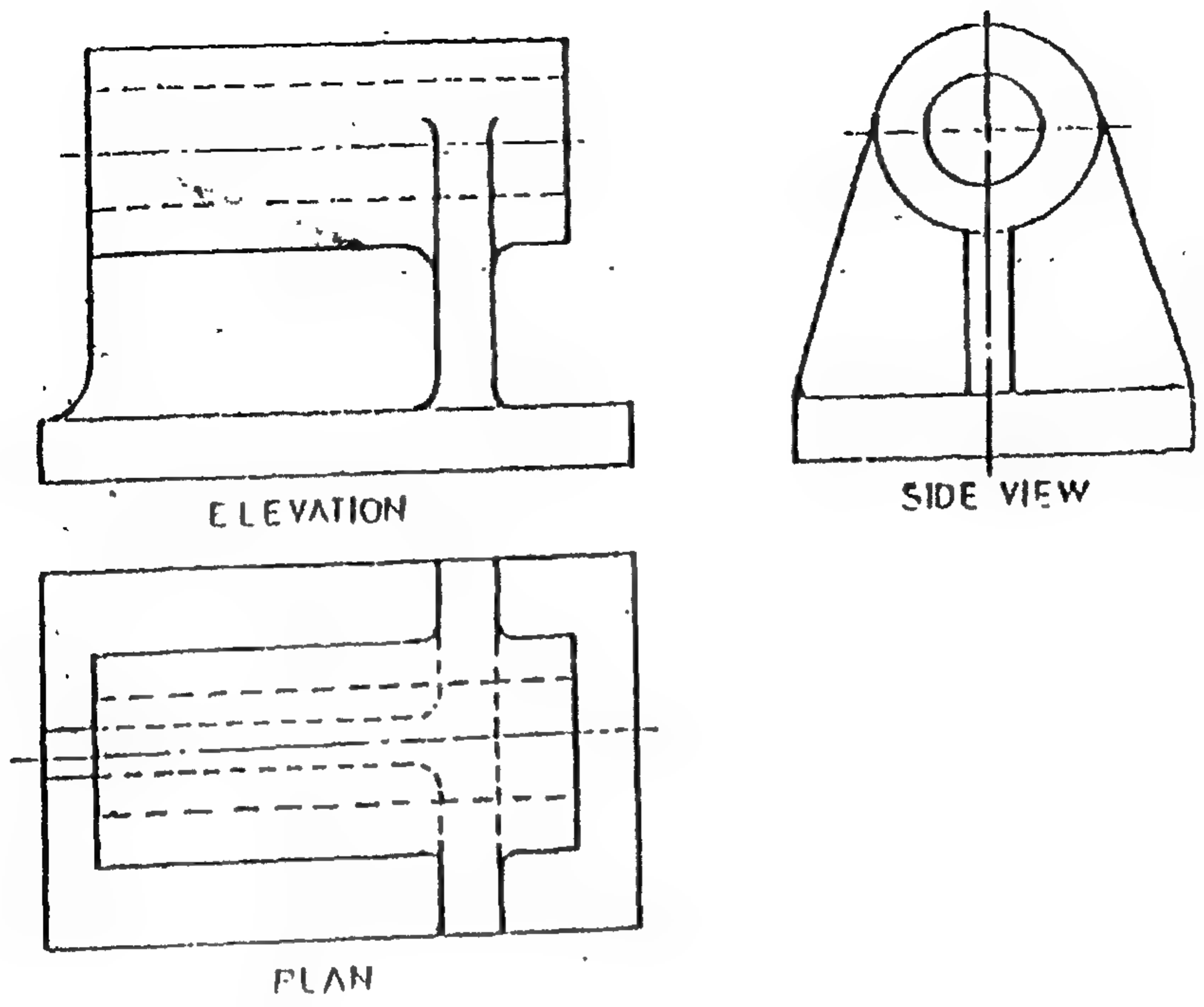
ومن الأمثلة لتواجد الأعصاب هو ارتكاز الأسطوانة عليها واتصالها بقاعدة الجسم الهندسي وقد ترتكز الأسطوانة على عصب في الاتجاه الطولي لمحورها أو ترتكز على عصب في اتجاه عمودي على محورها كما يوضح شكل (3-23). ويوضح في شكل (3-24) إسقاط العصب في حالة وجود أركان دورانية عند نهايتي التقاء العصب مع سطح الأسطوانة. ويوضح في شكل (3-25) و (3-26) إسقاط العصب في حالة وجود عصبين أحدهما في الاتجاه الطولي والآخر عمودي عليه.



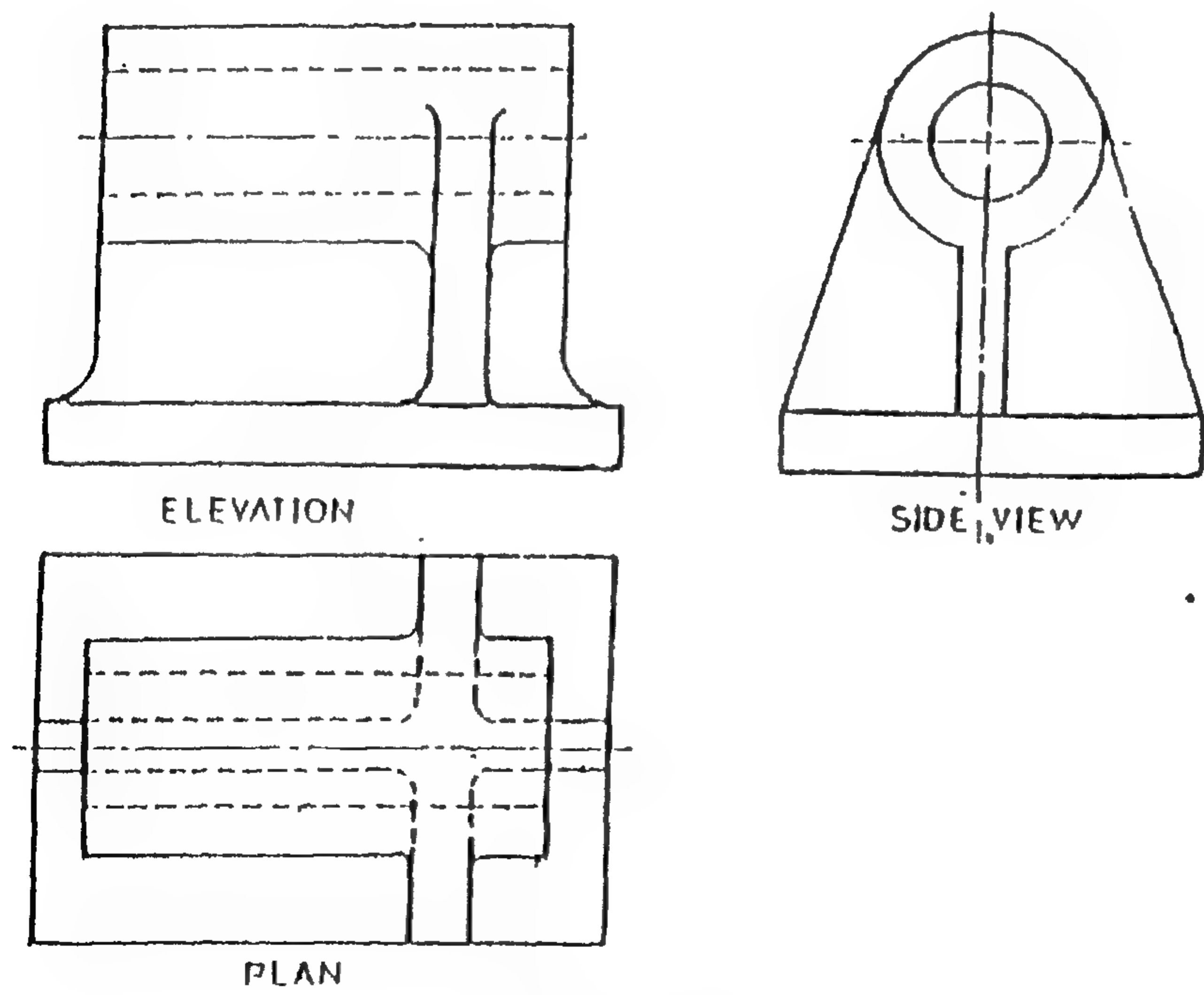
شکل (23-3)



شکل (24-3)

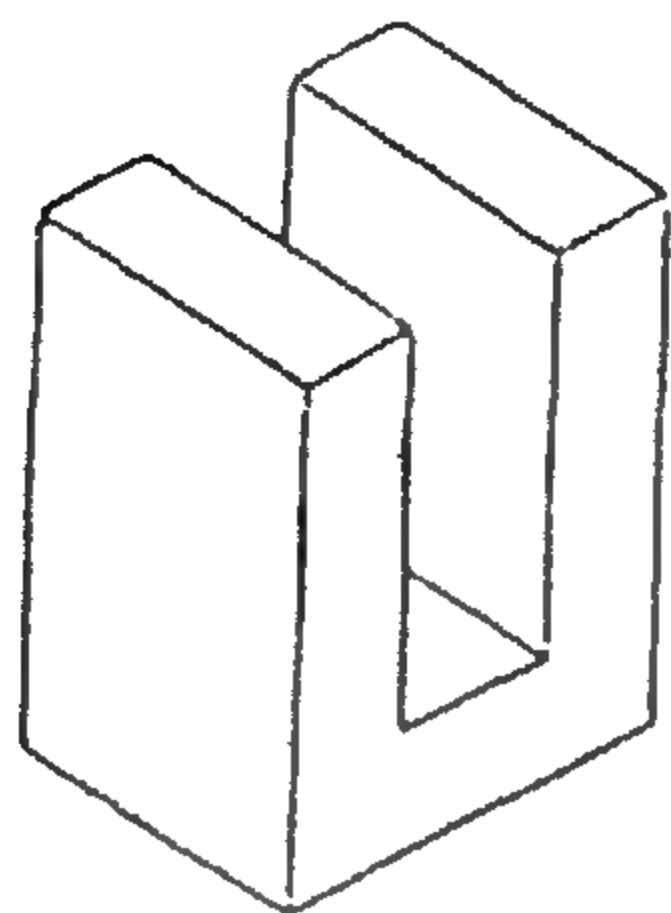
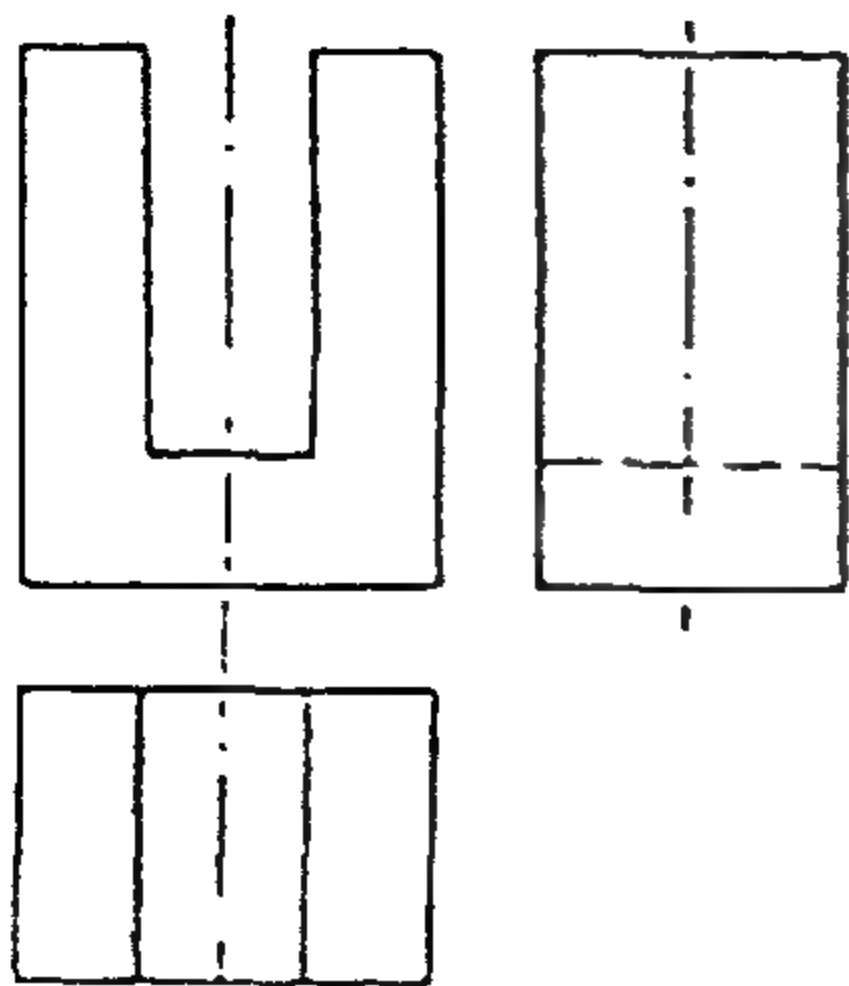


شکل (25-3)

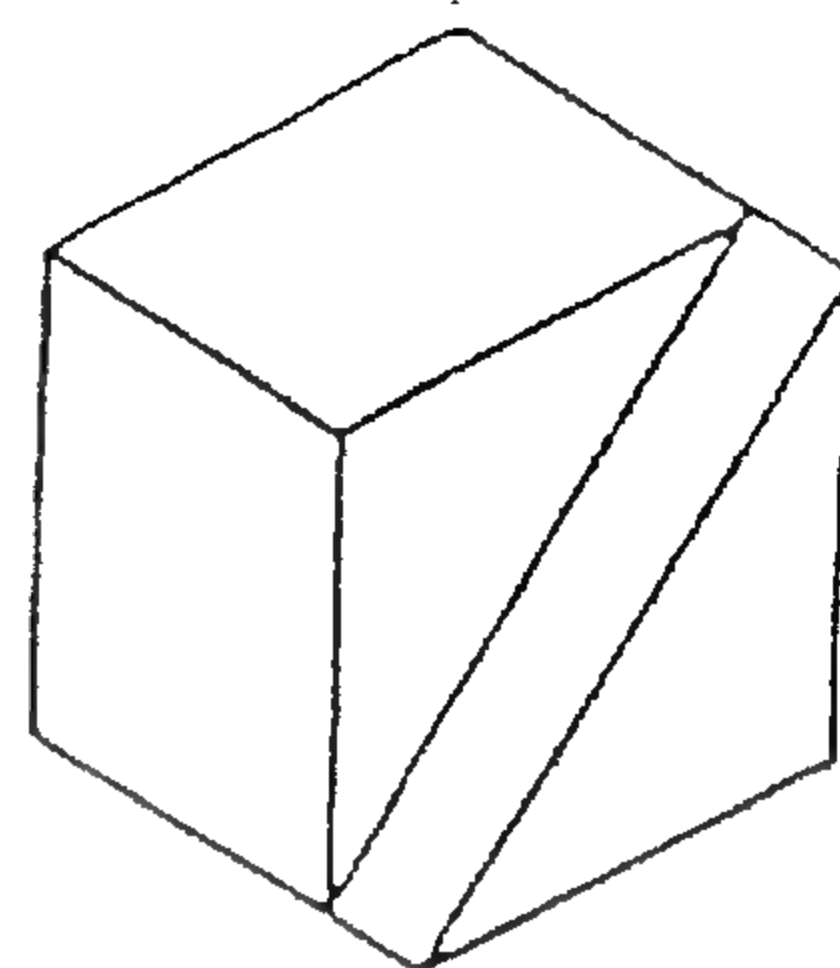
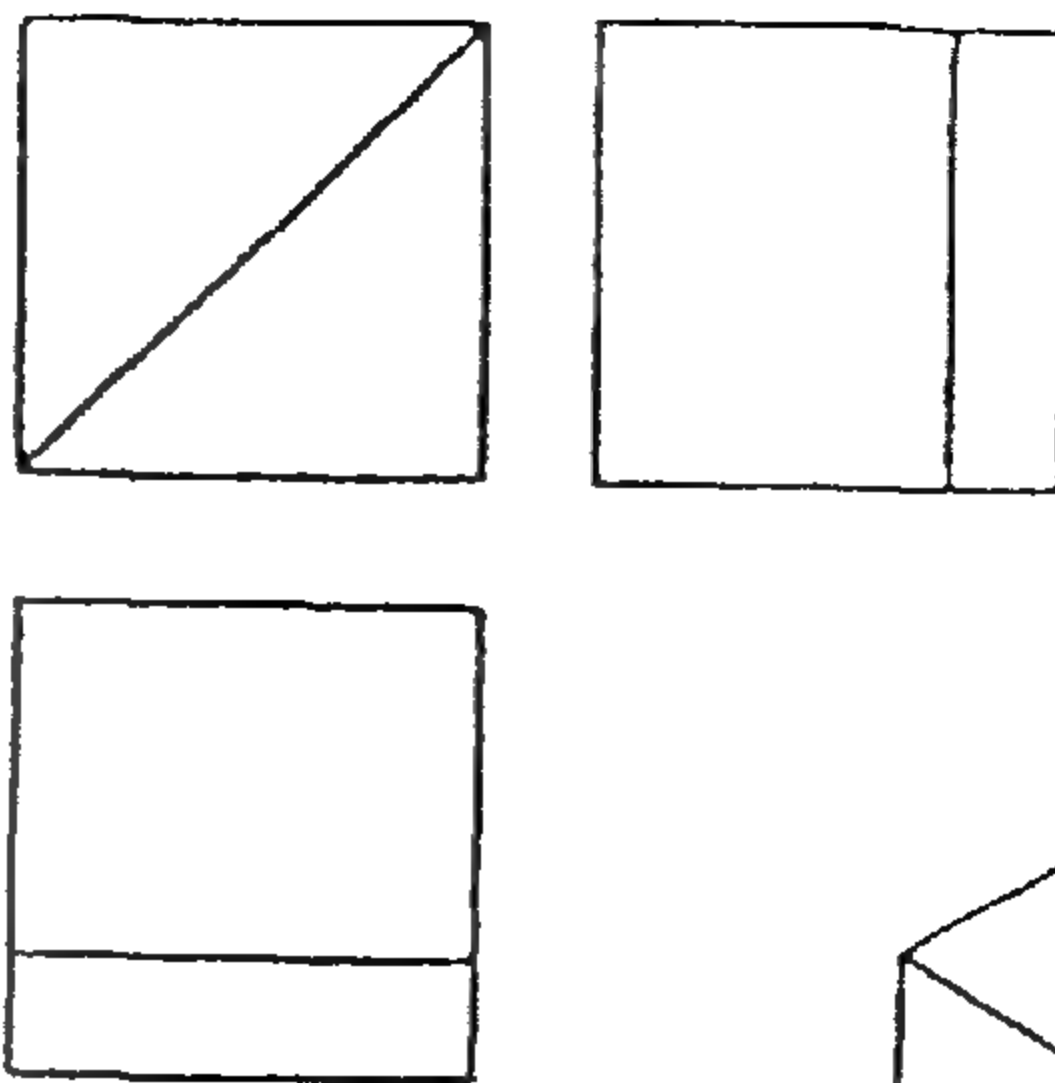


شکل (26-3)

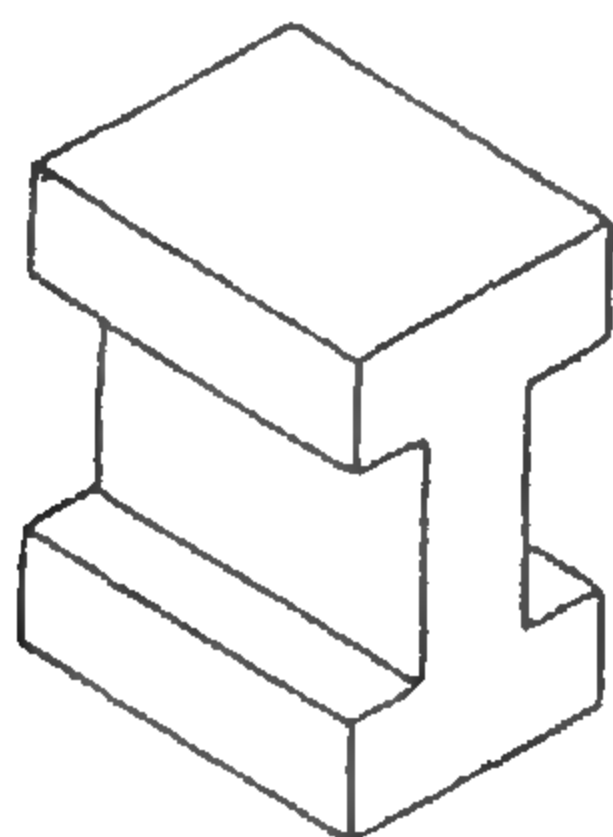
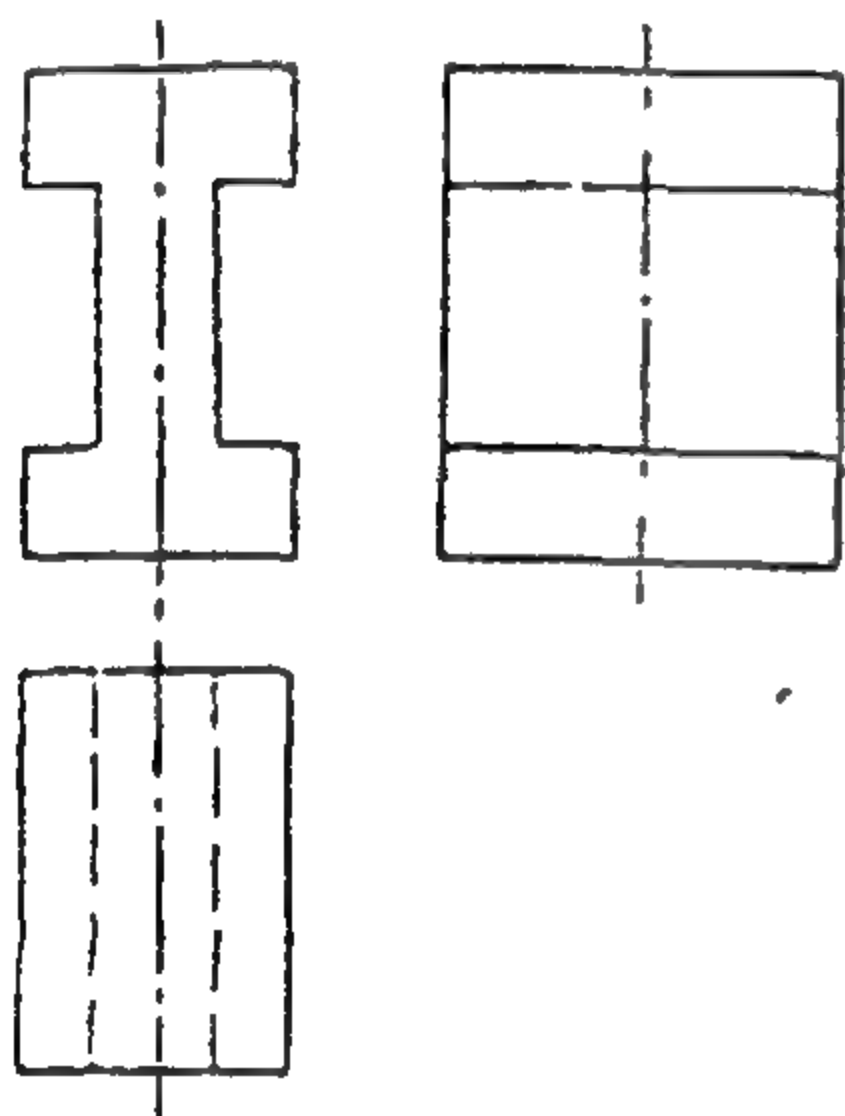
أمثال توضيح مساقط الأجسام المركبة



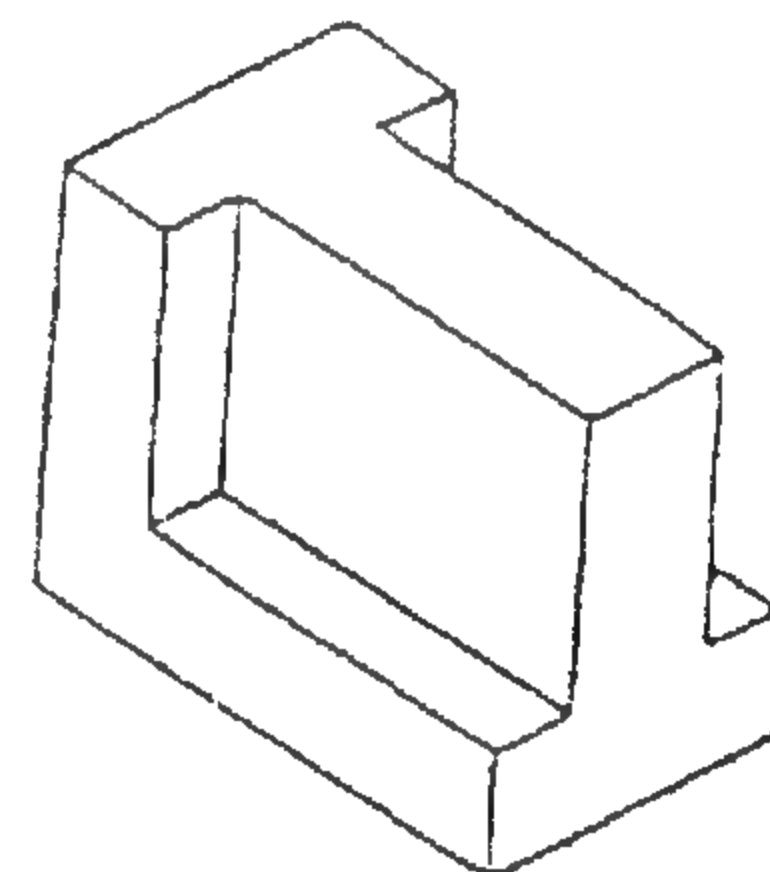
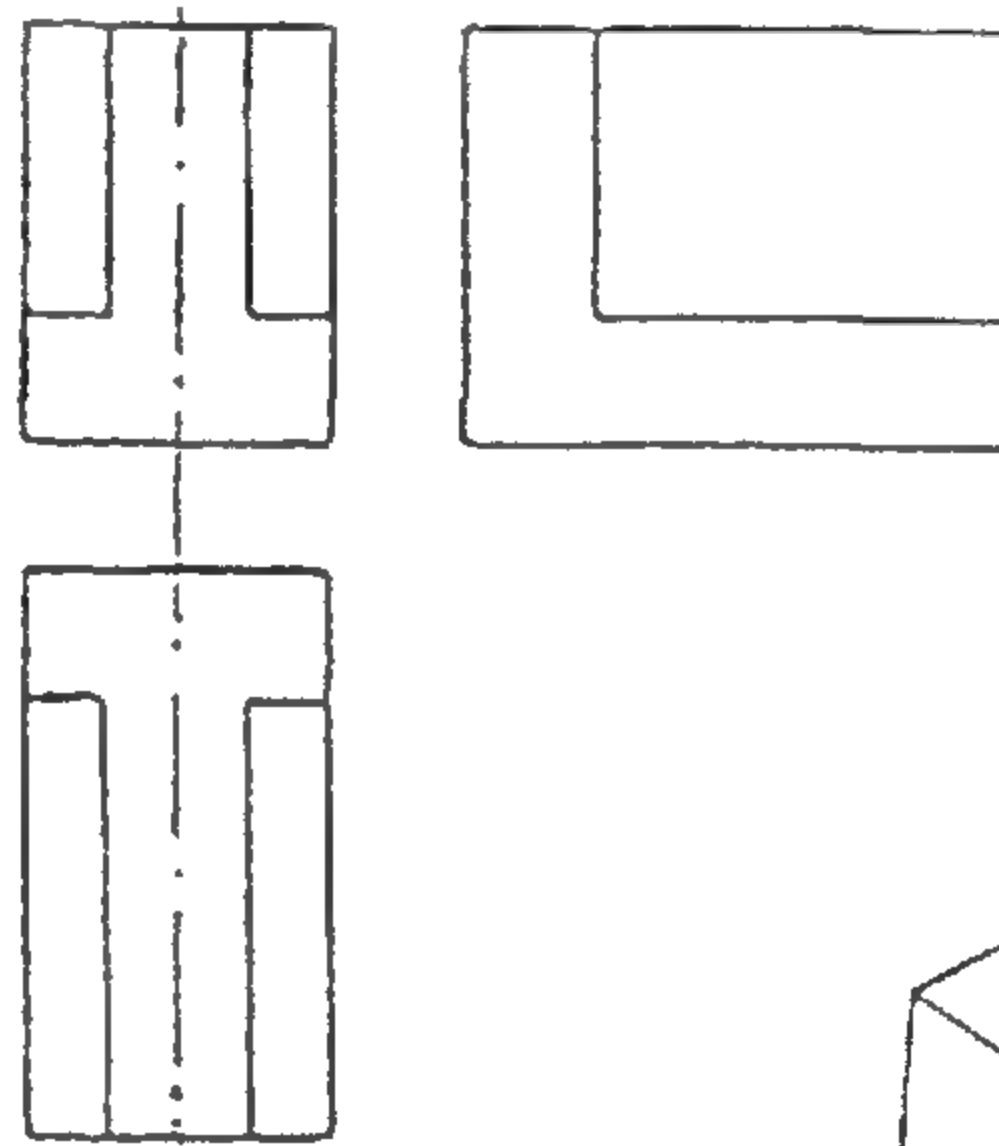
2



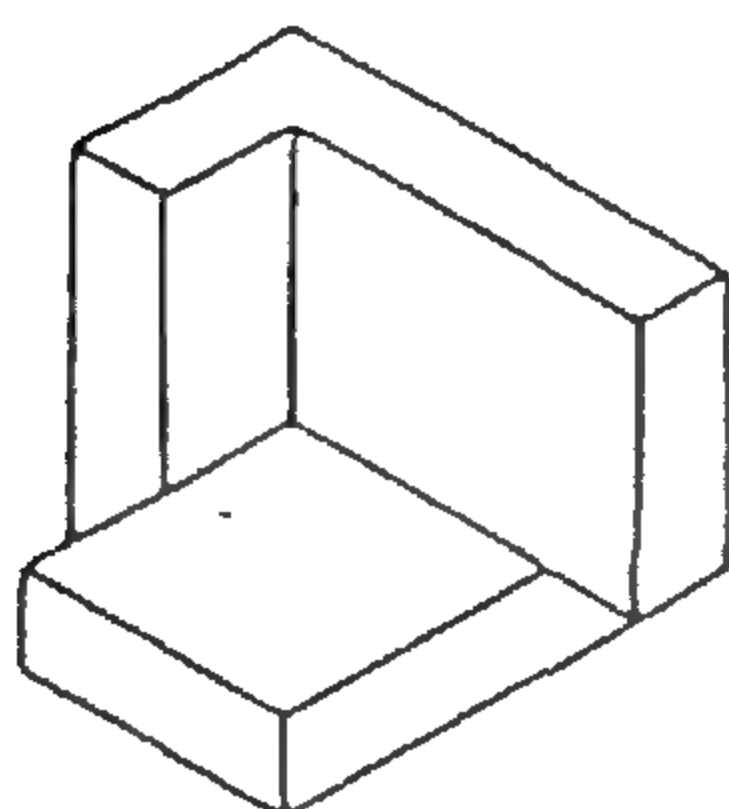
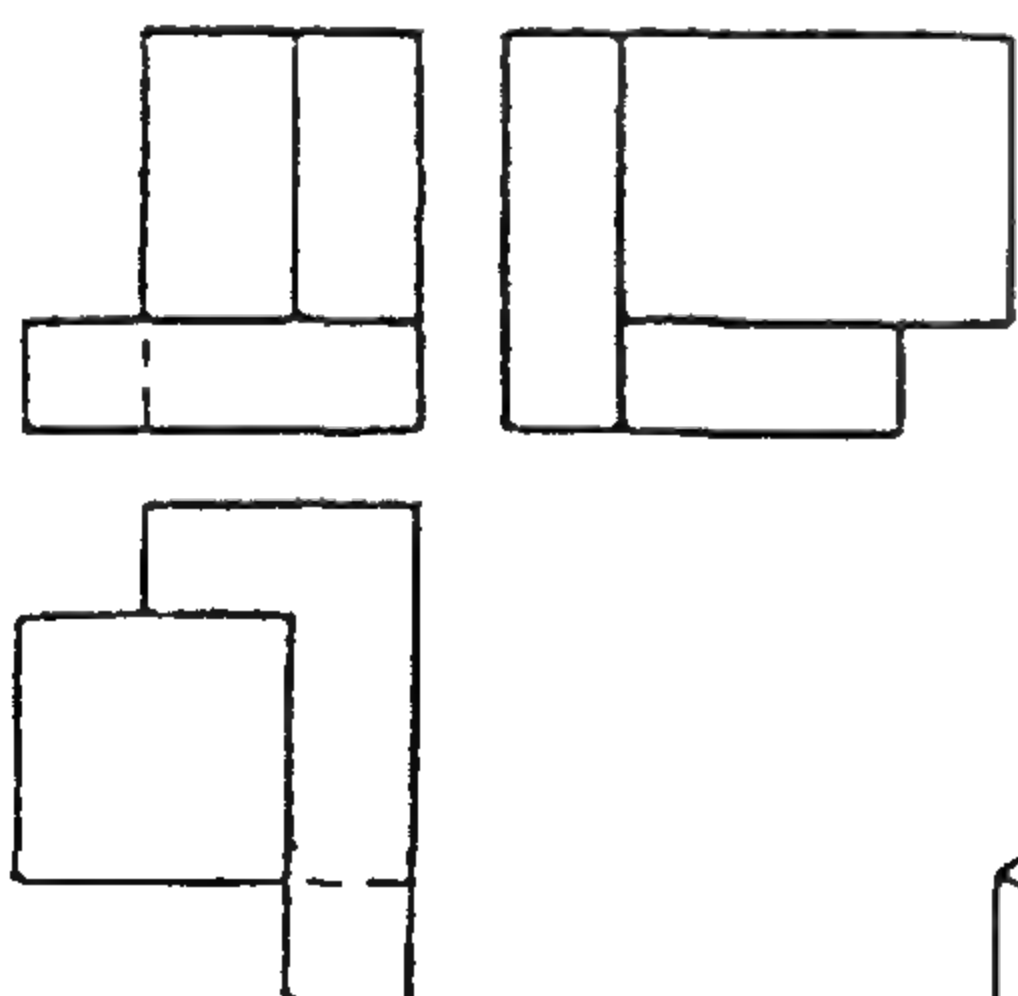
1



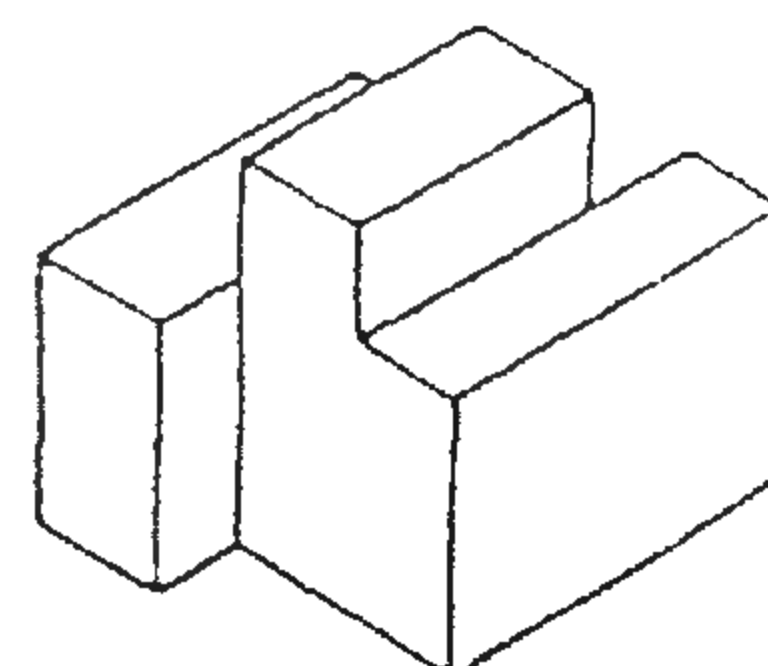
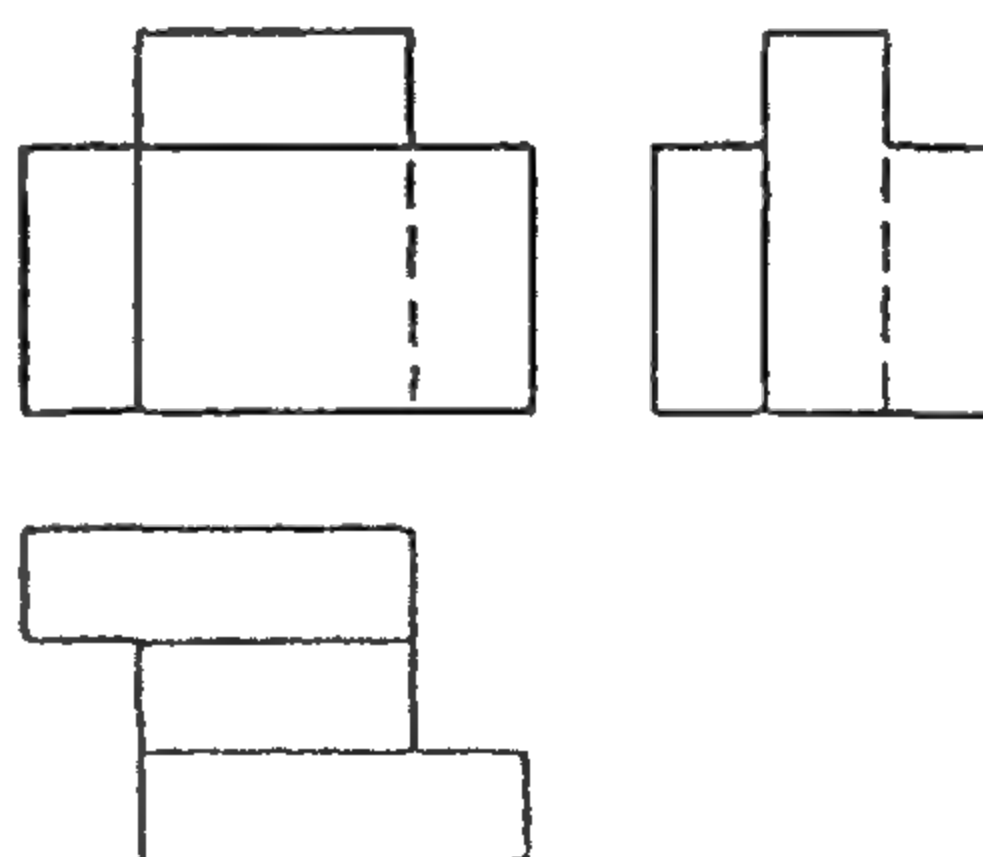
4



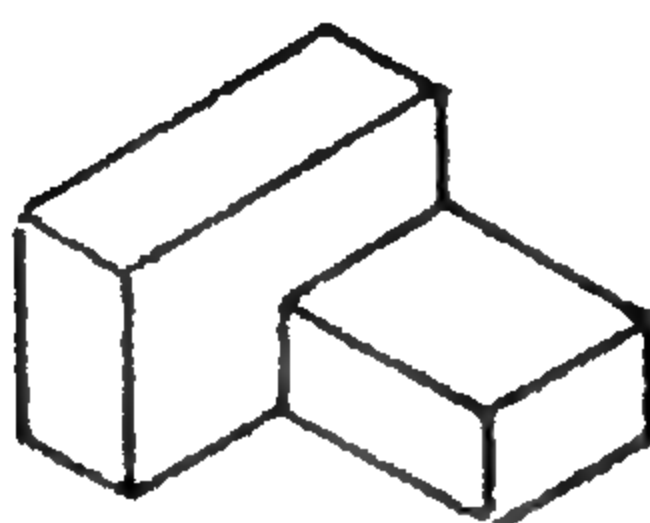
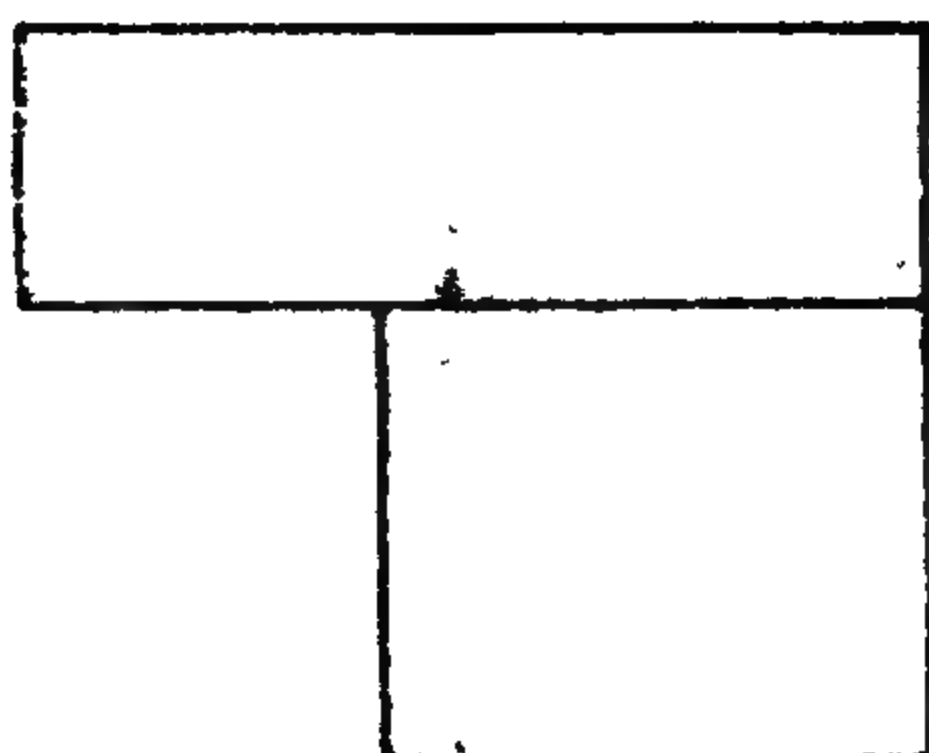
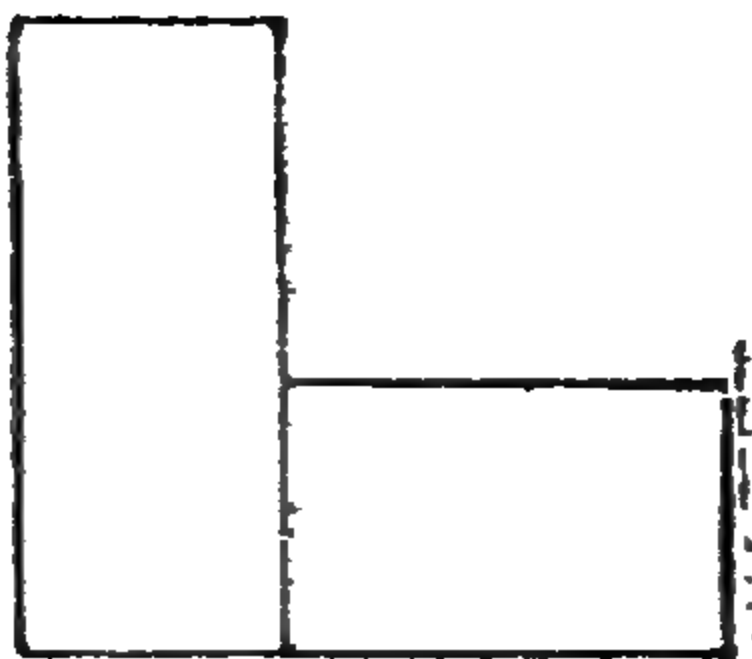
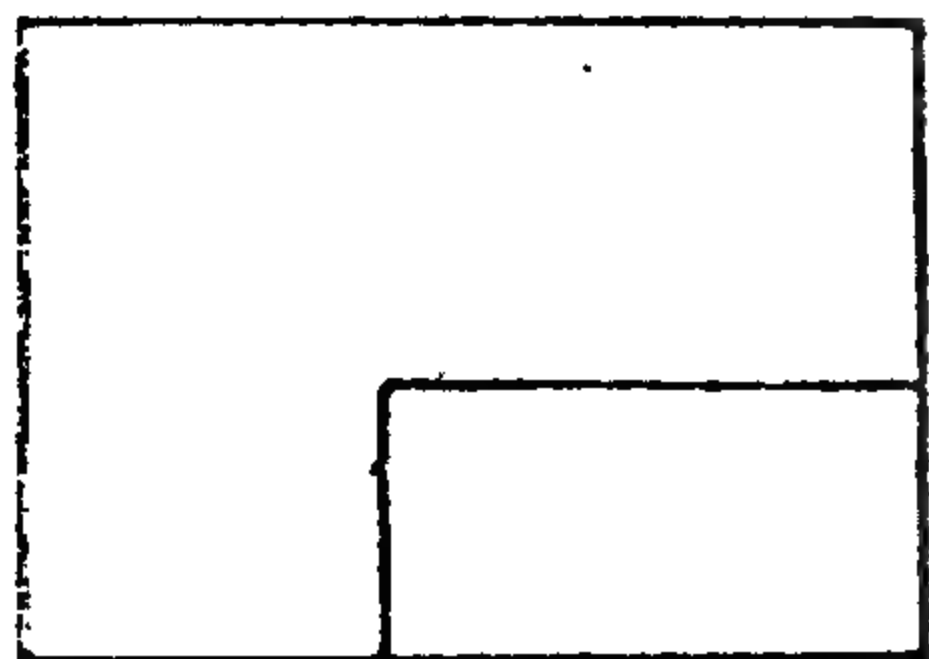
3



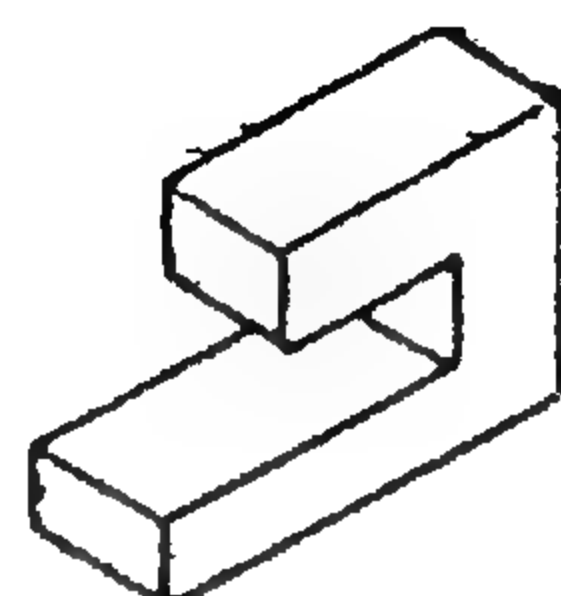
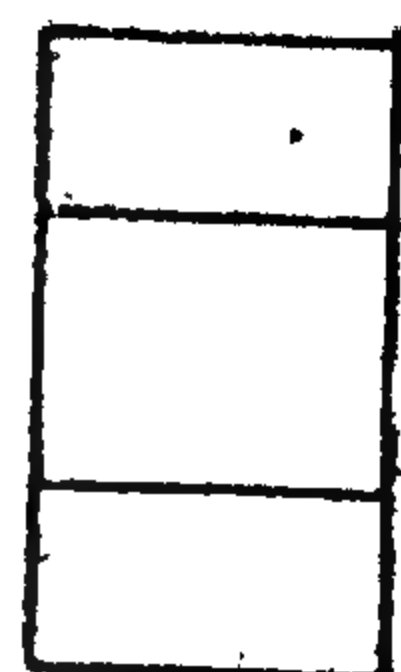
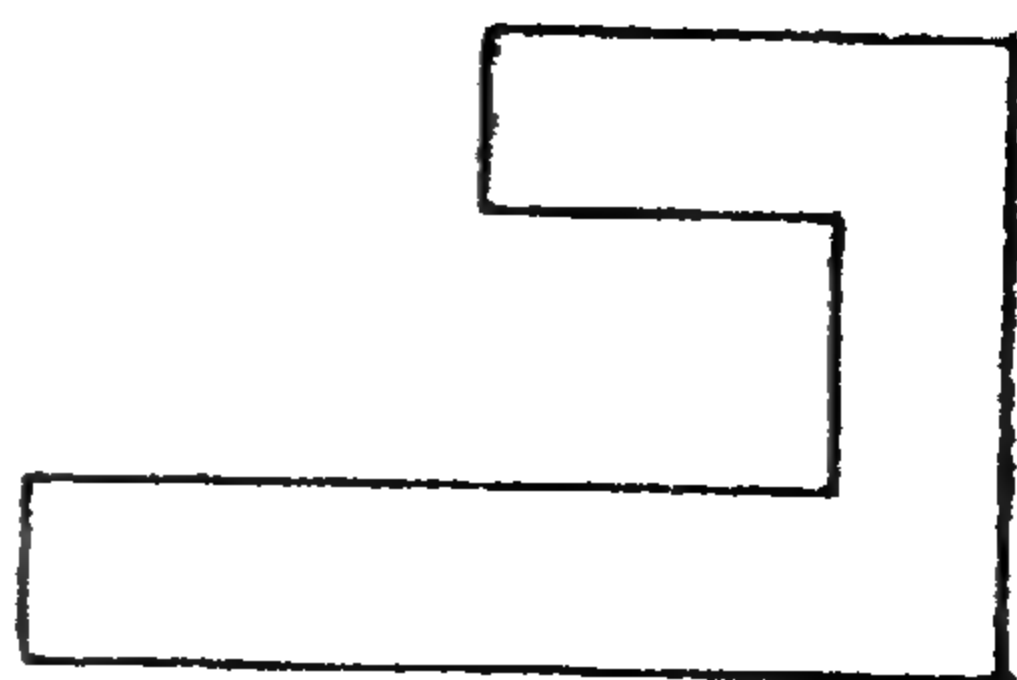
6



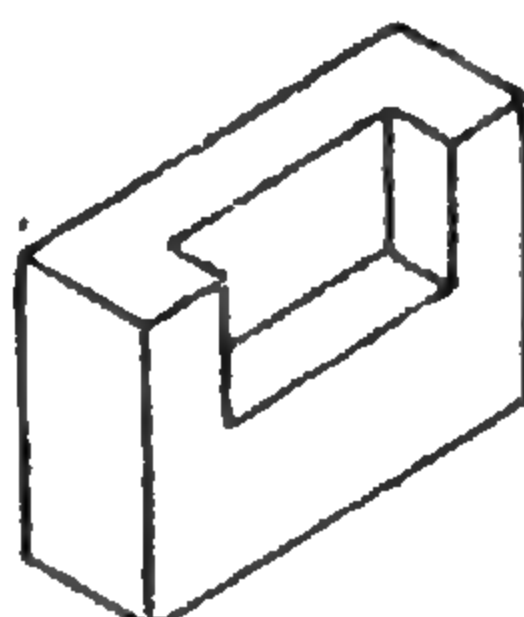
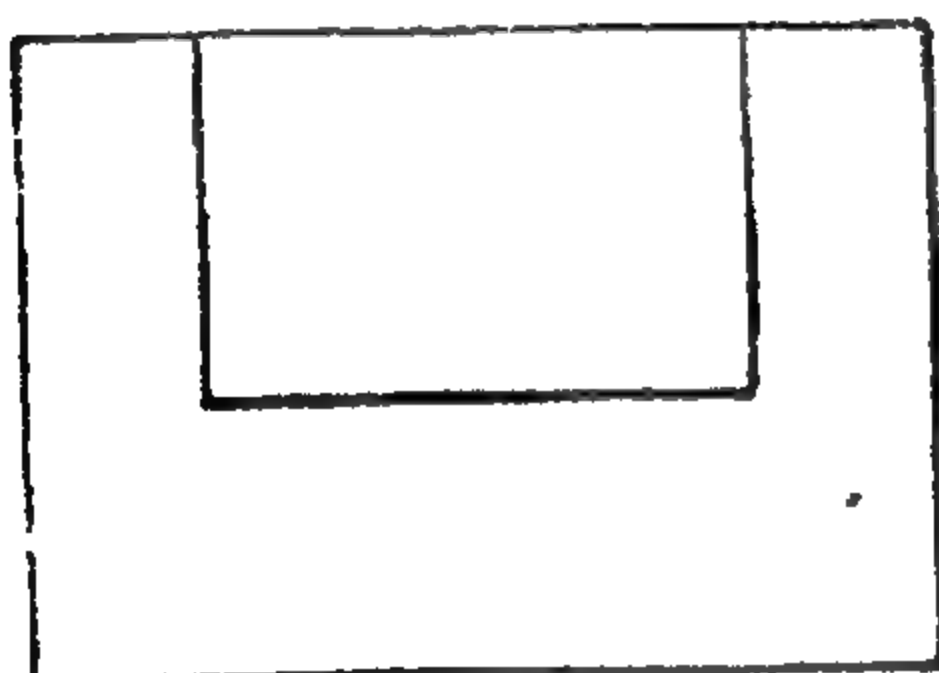
5



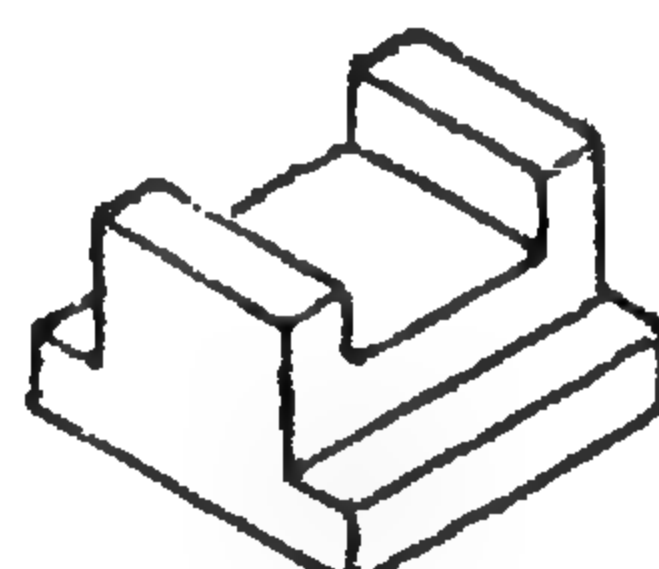
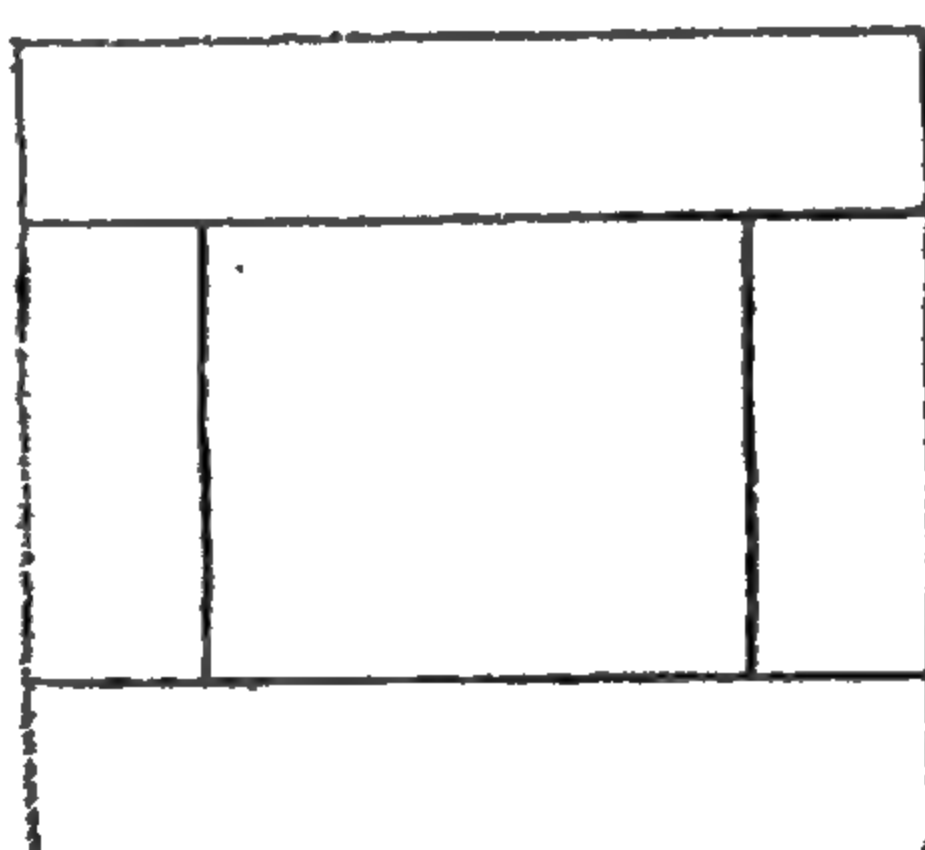
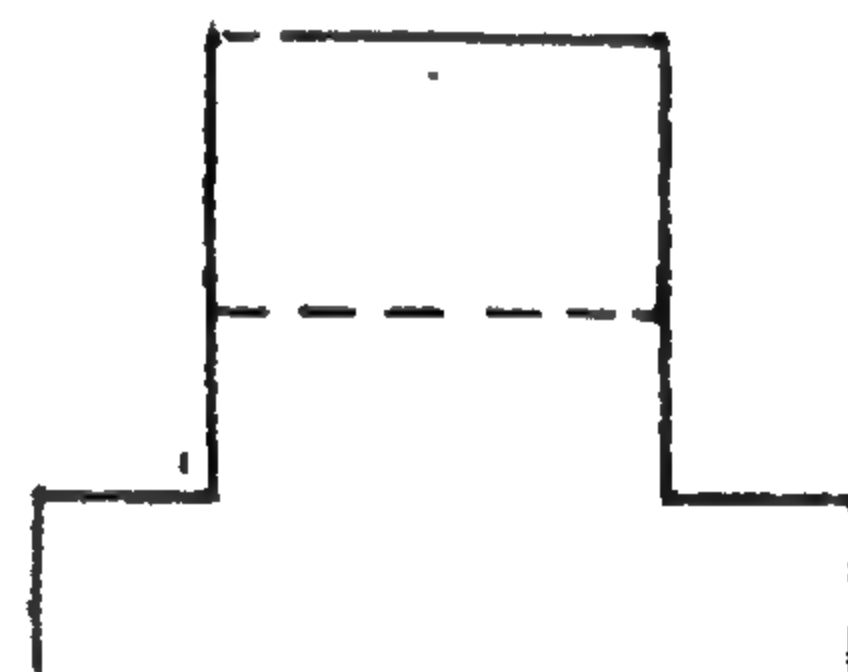
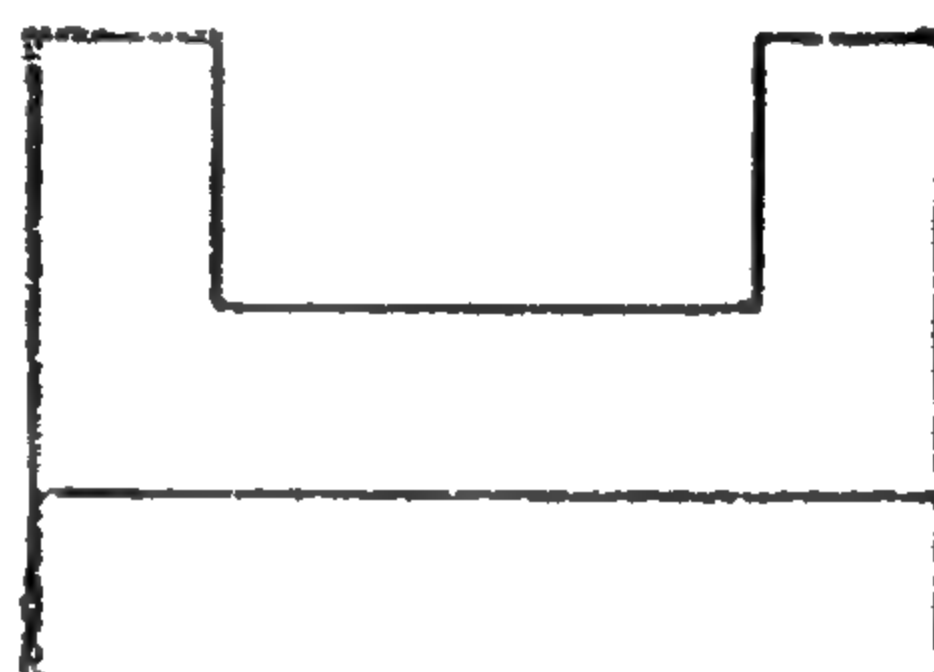
8



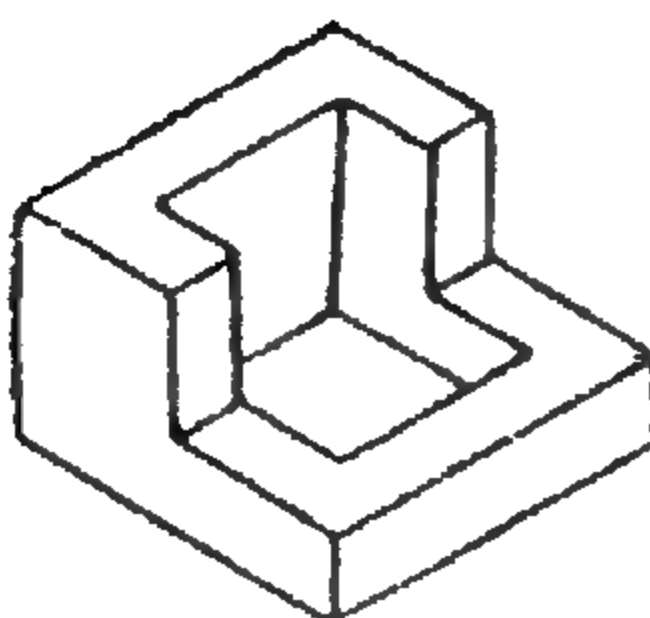
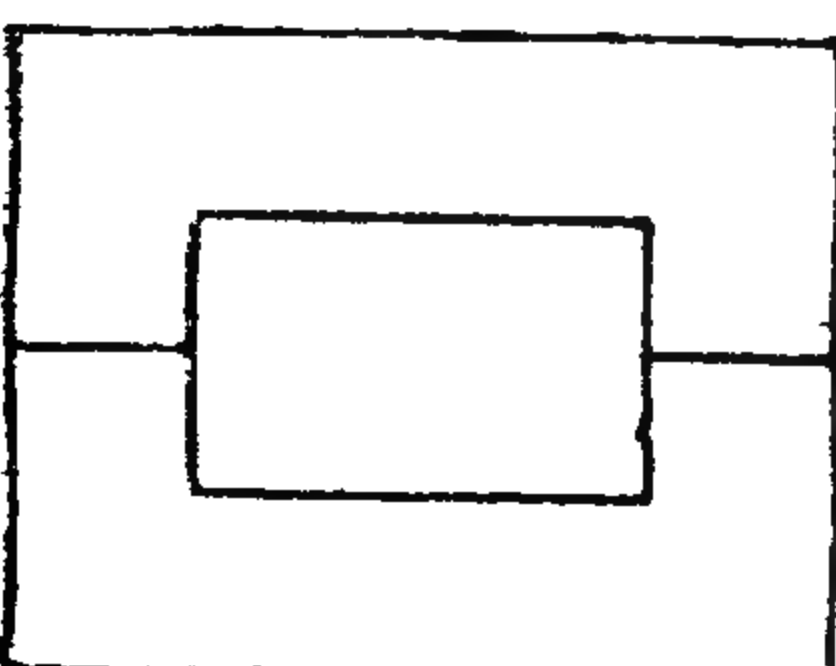
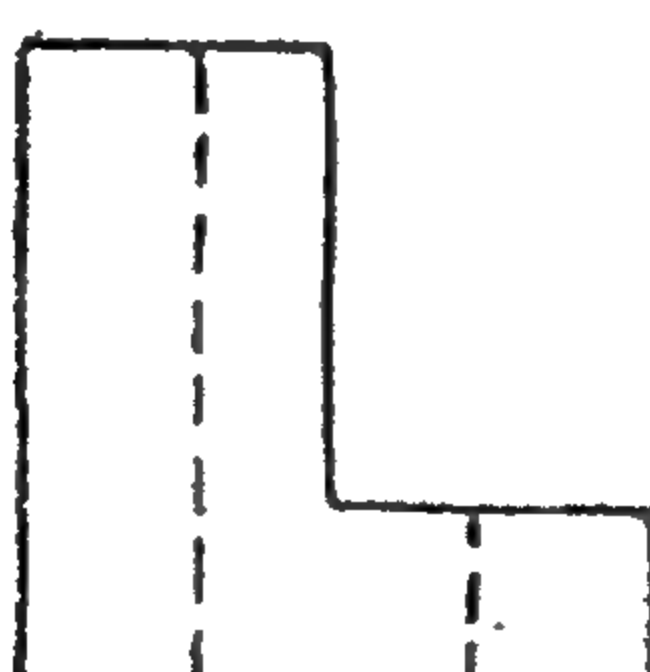
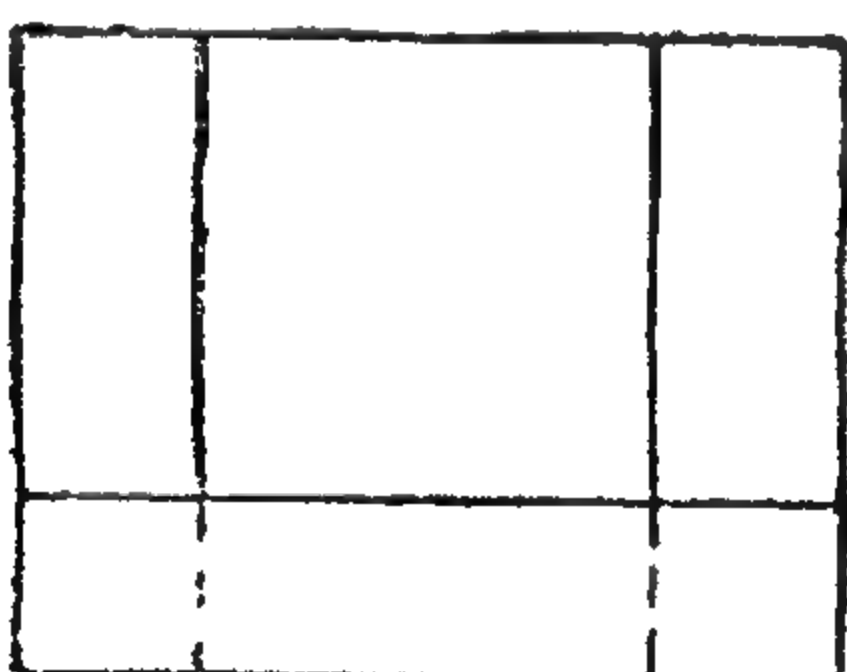
7



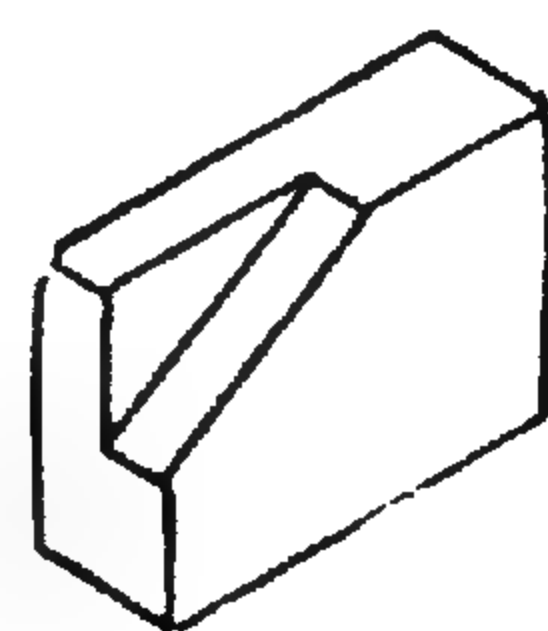
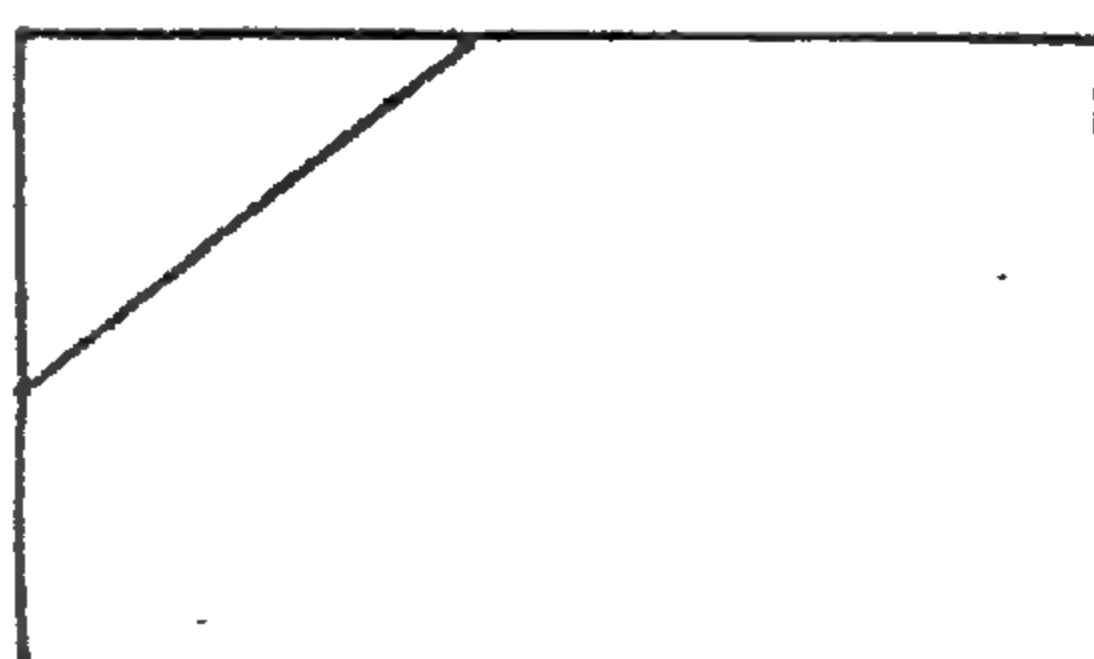
10



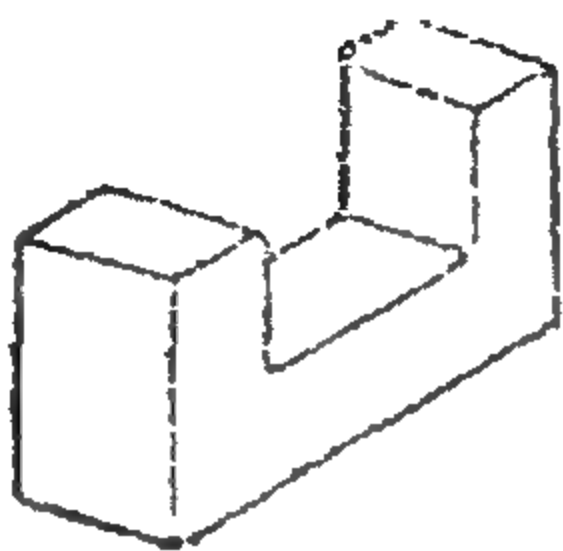
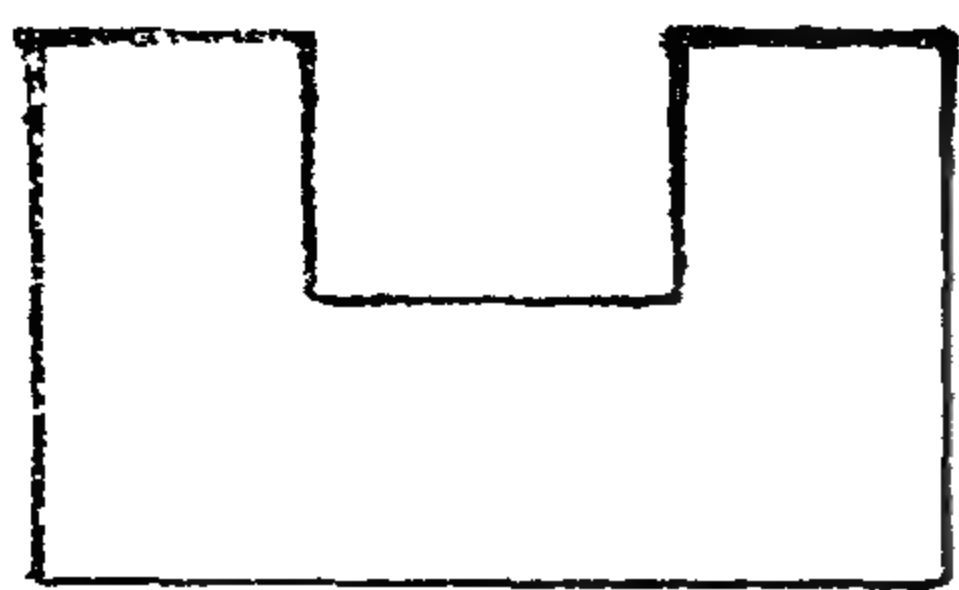
9



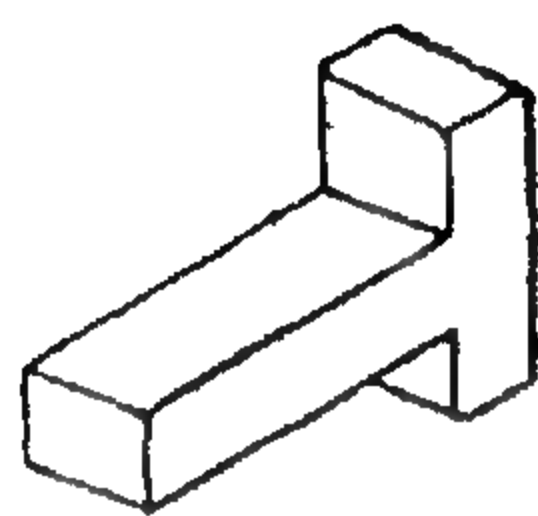
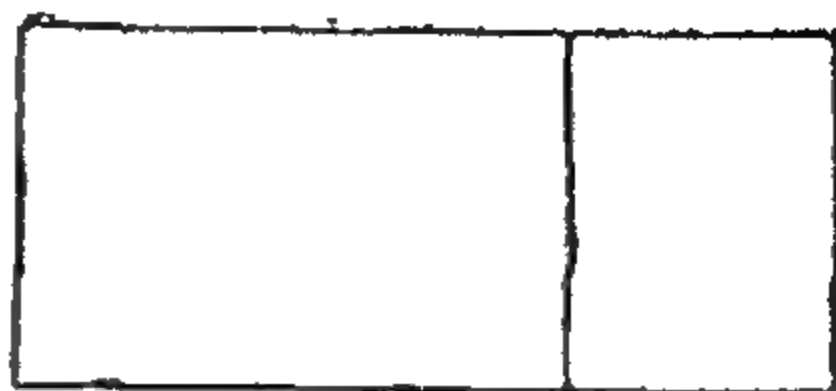
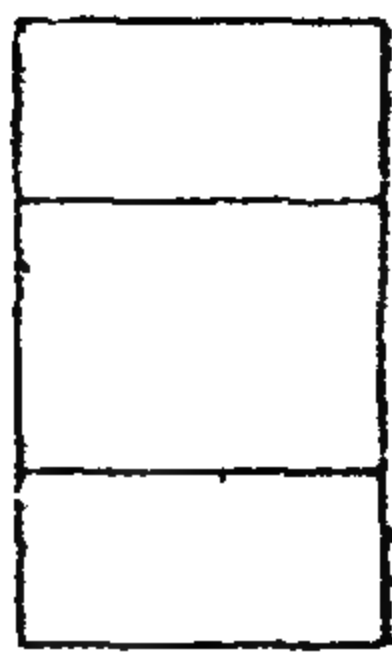
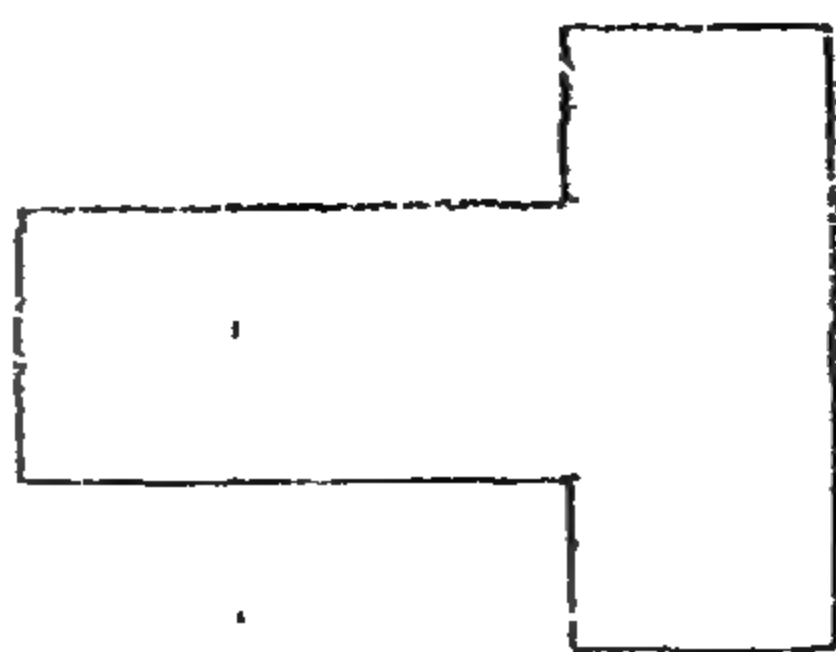
12



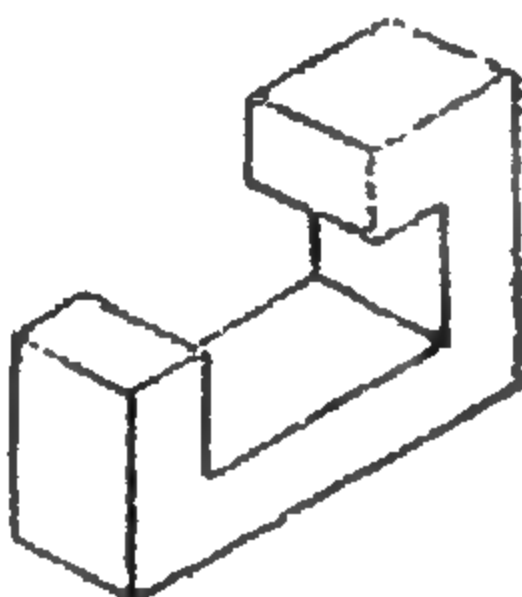
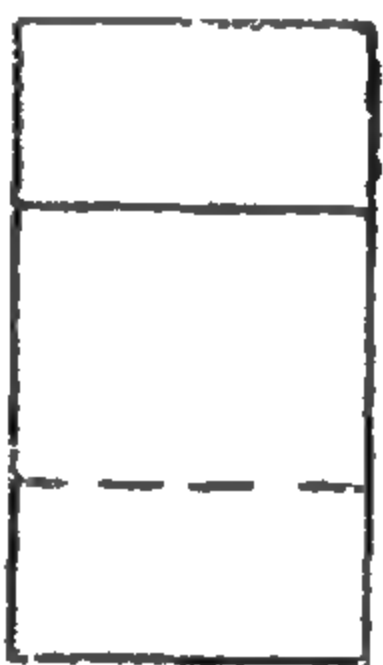
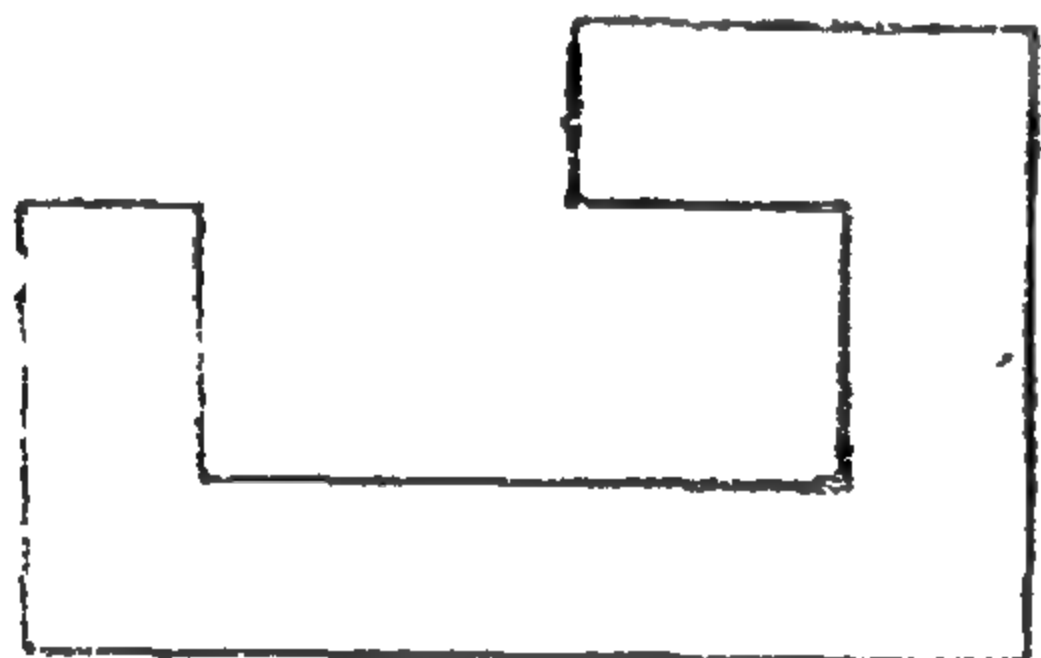
11



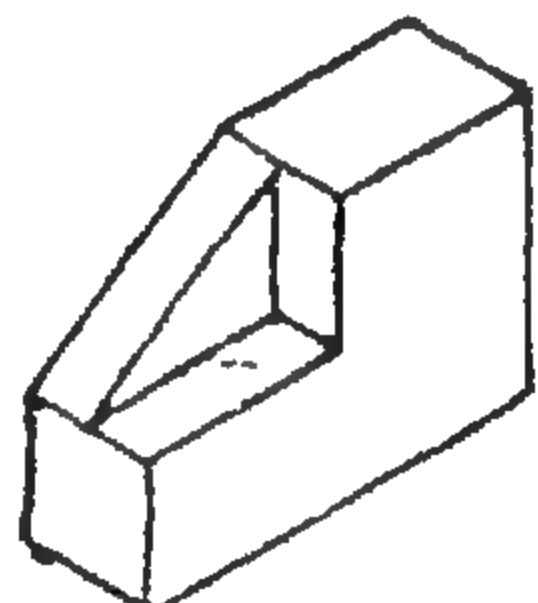
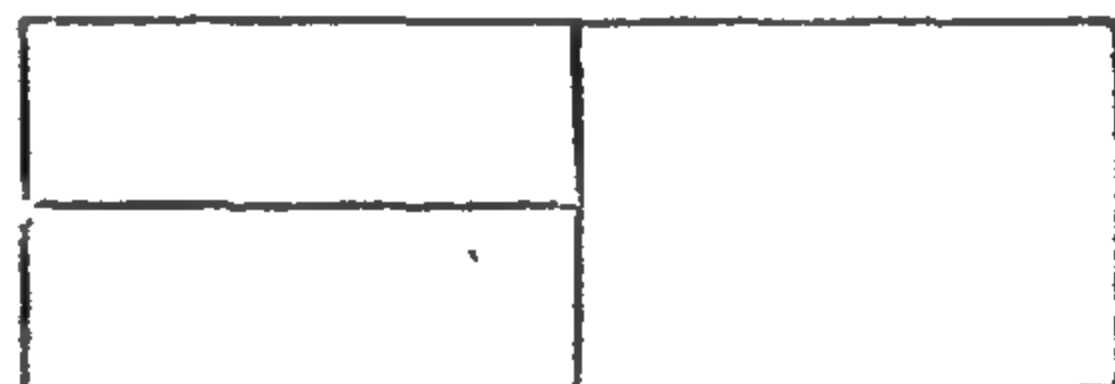
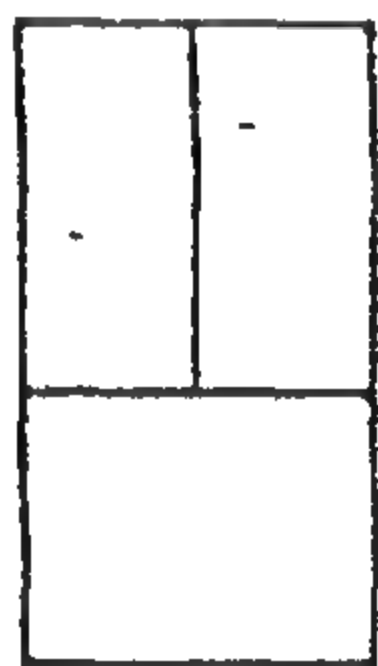
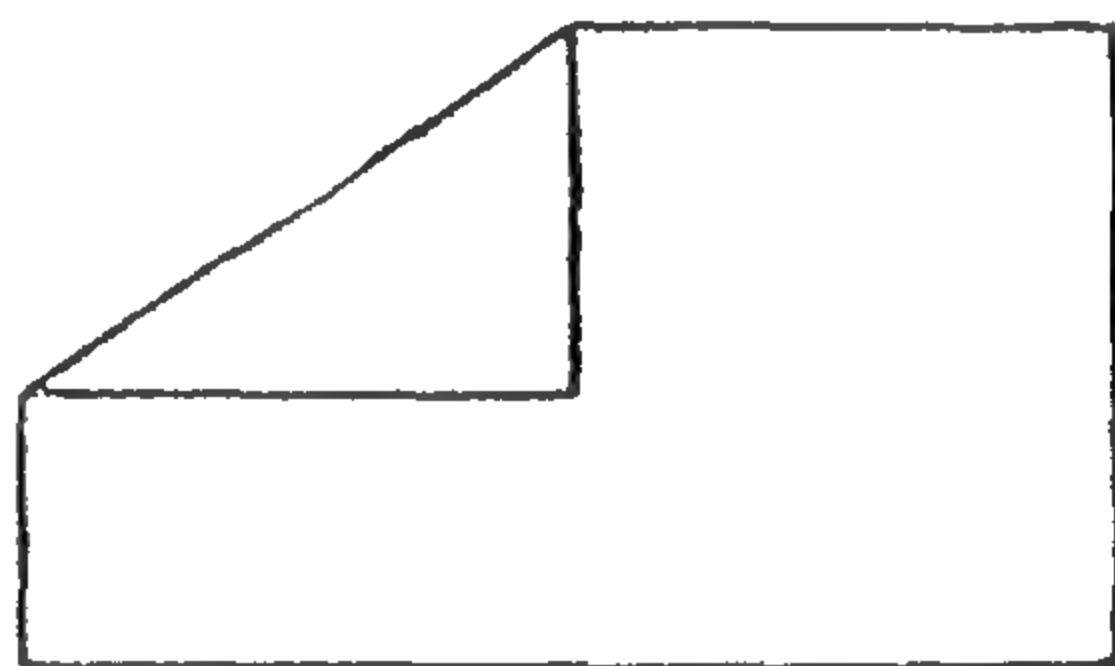
14



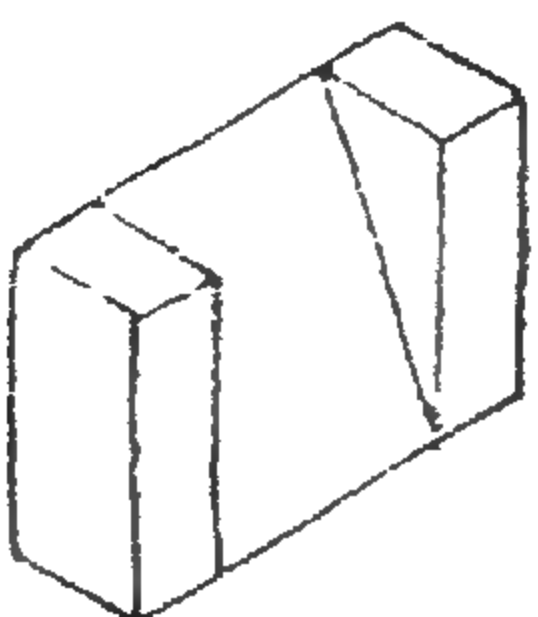
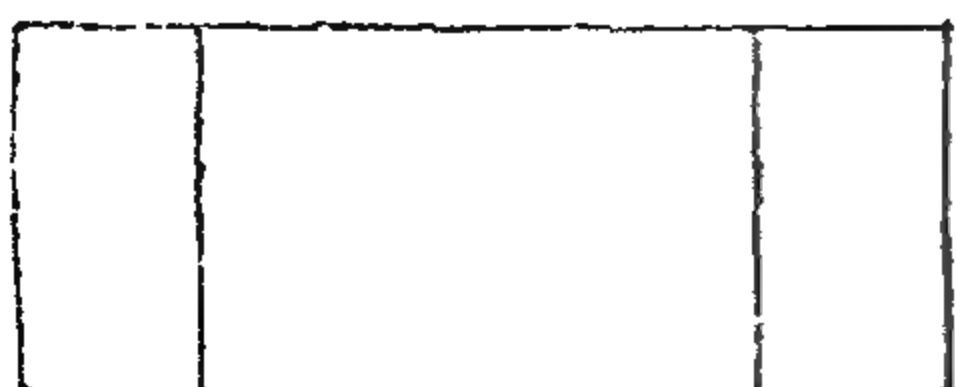
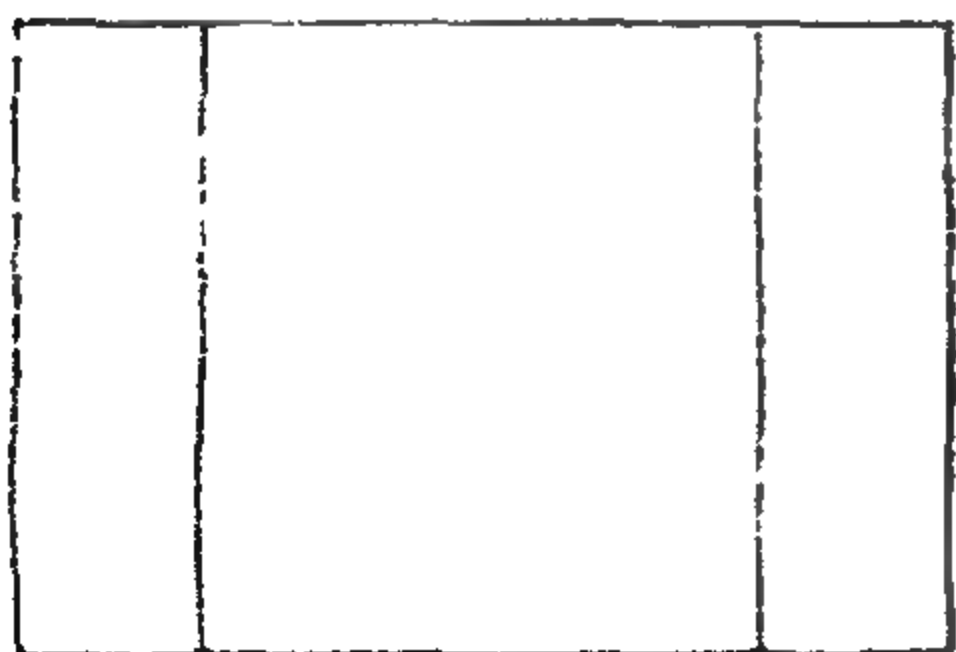
13



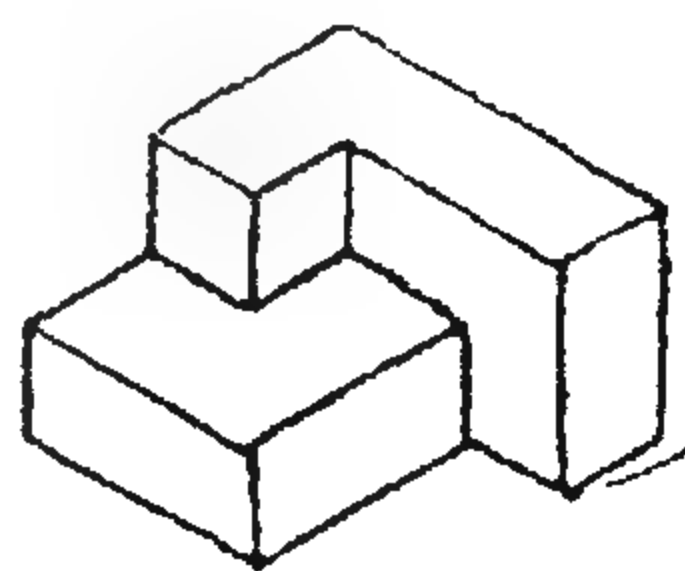
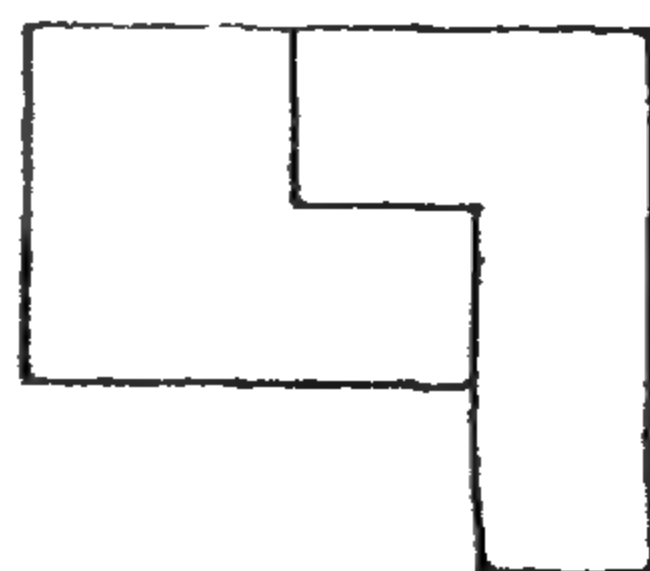
16



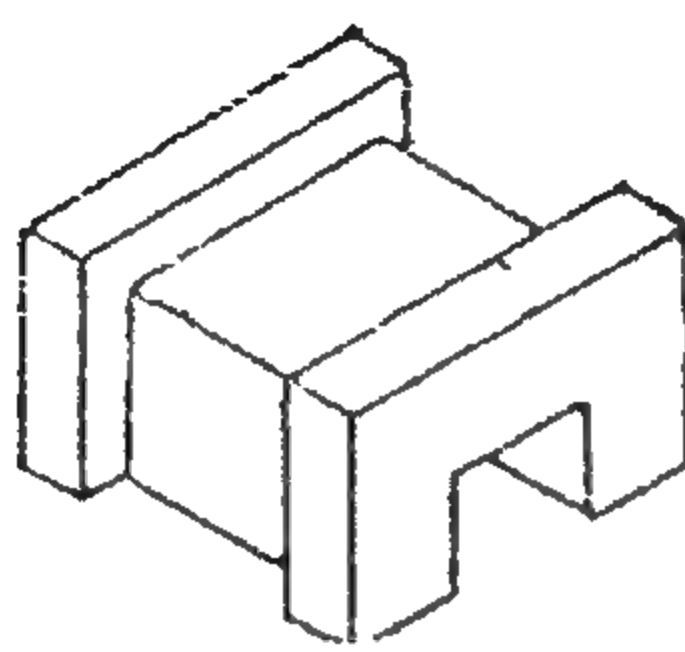
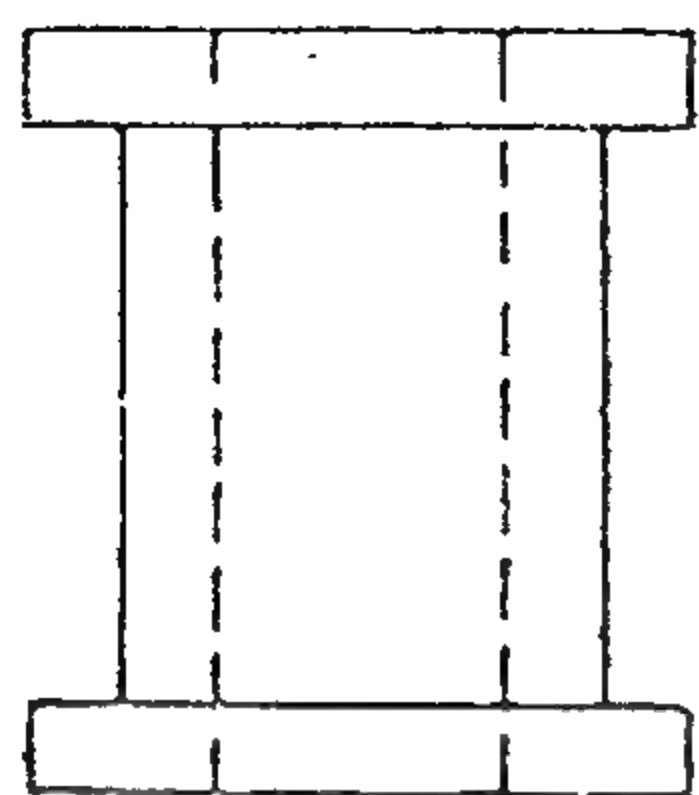
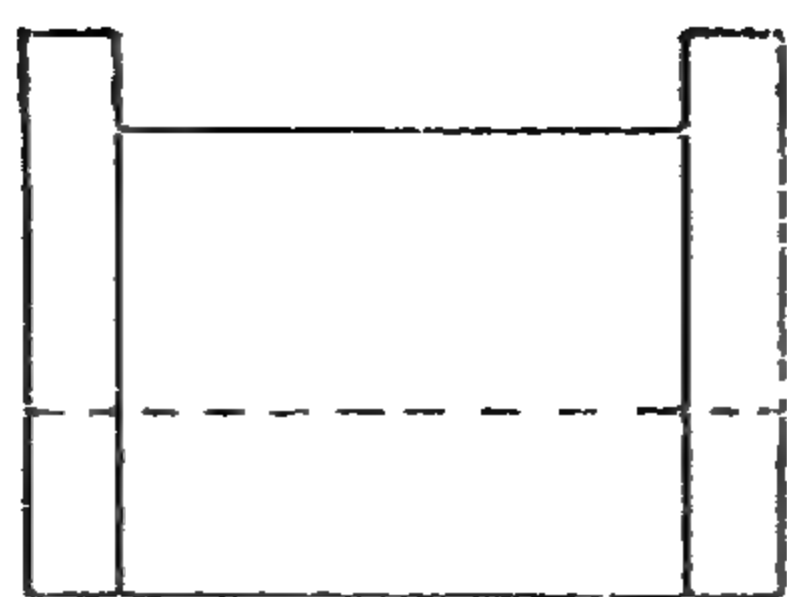
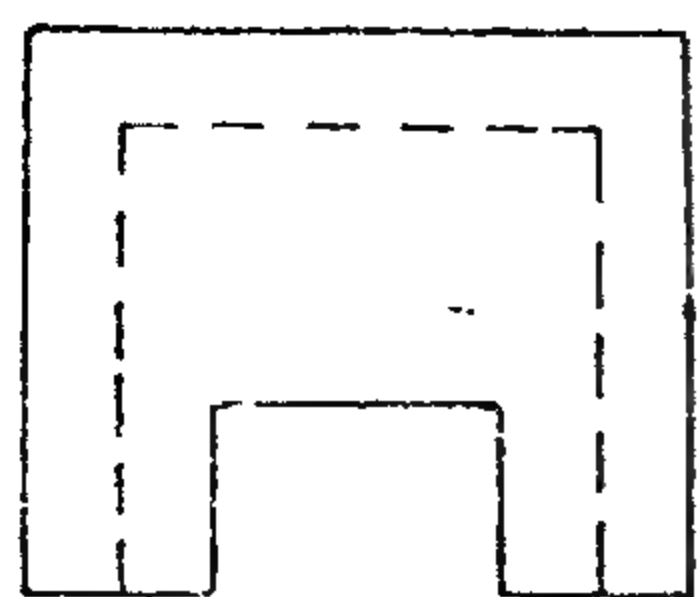
15



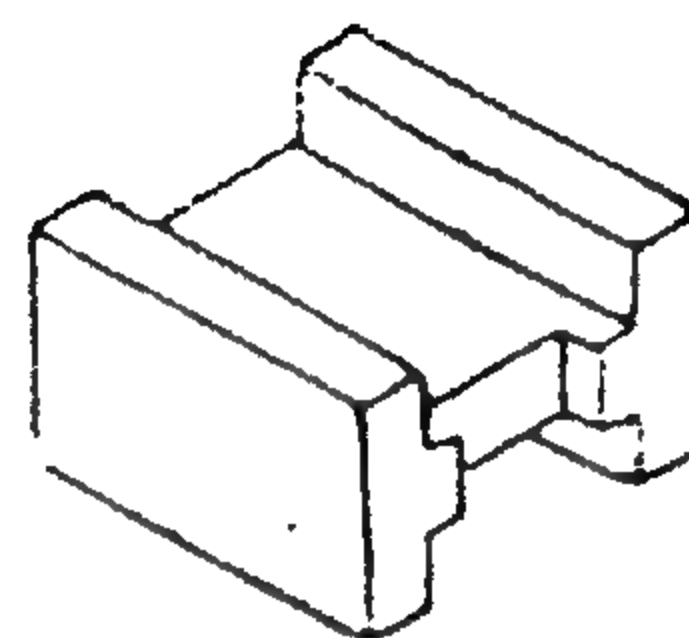
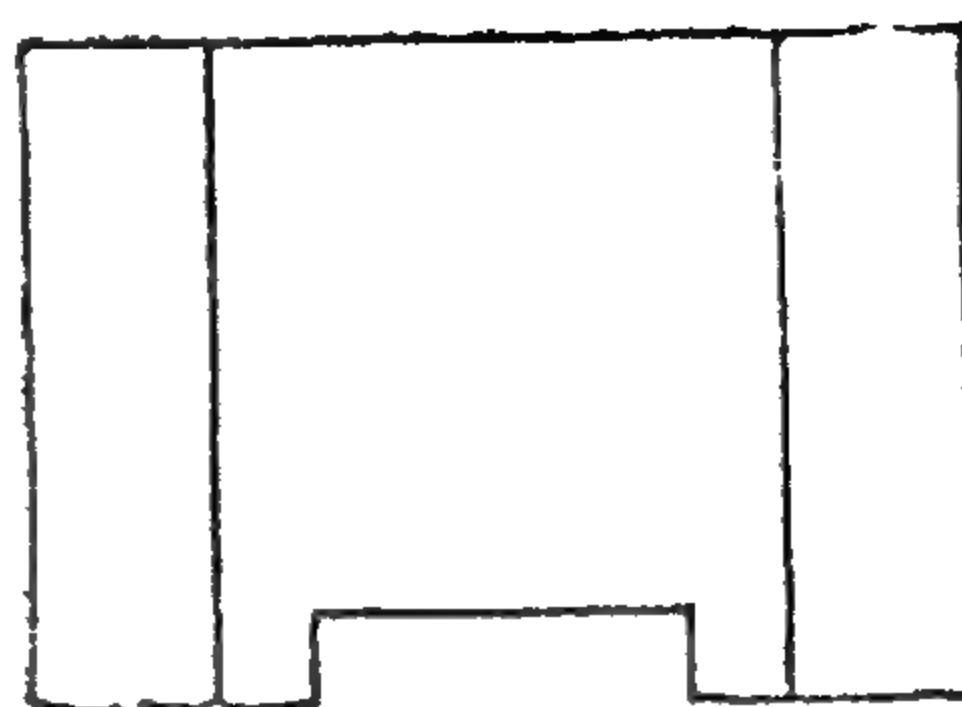
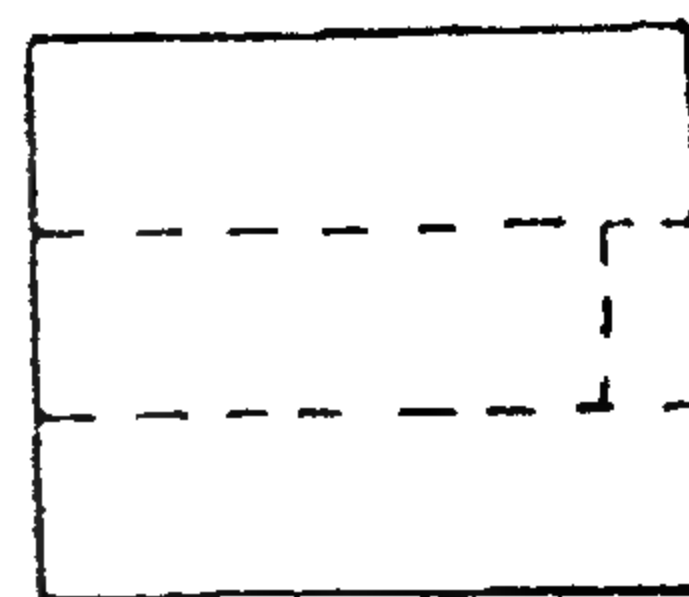
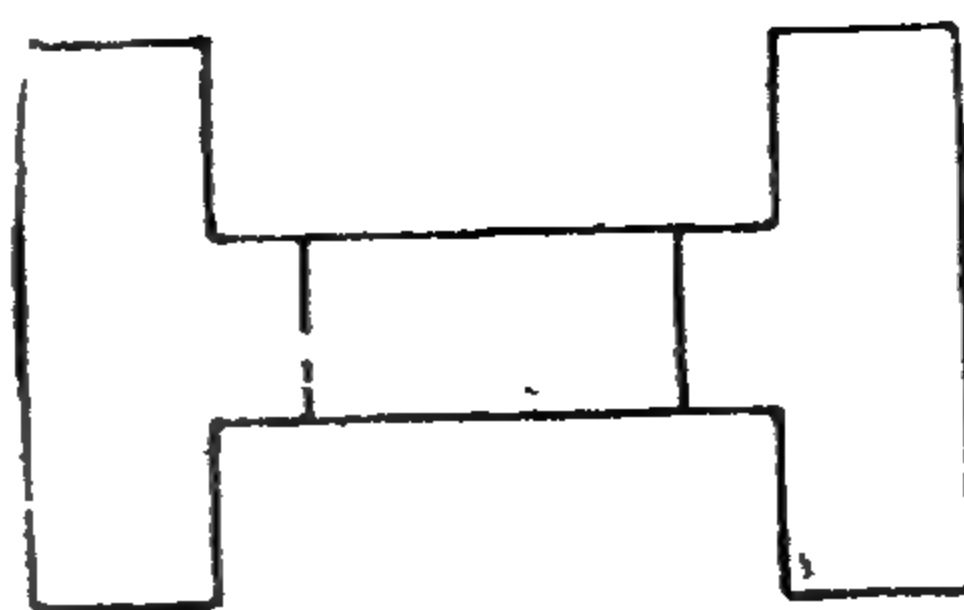
18



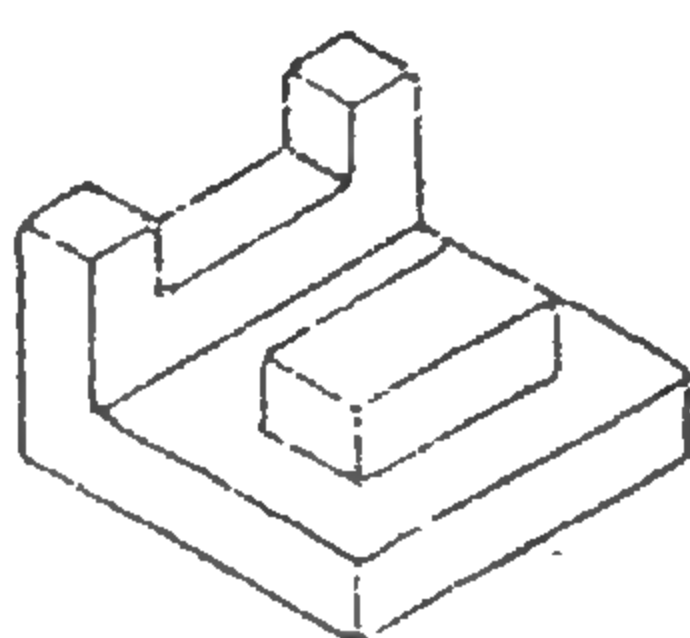
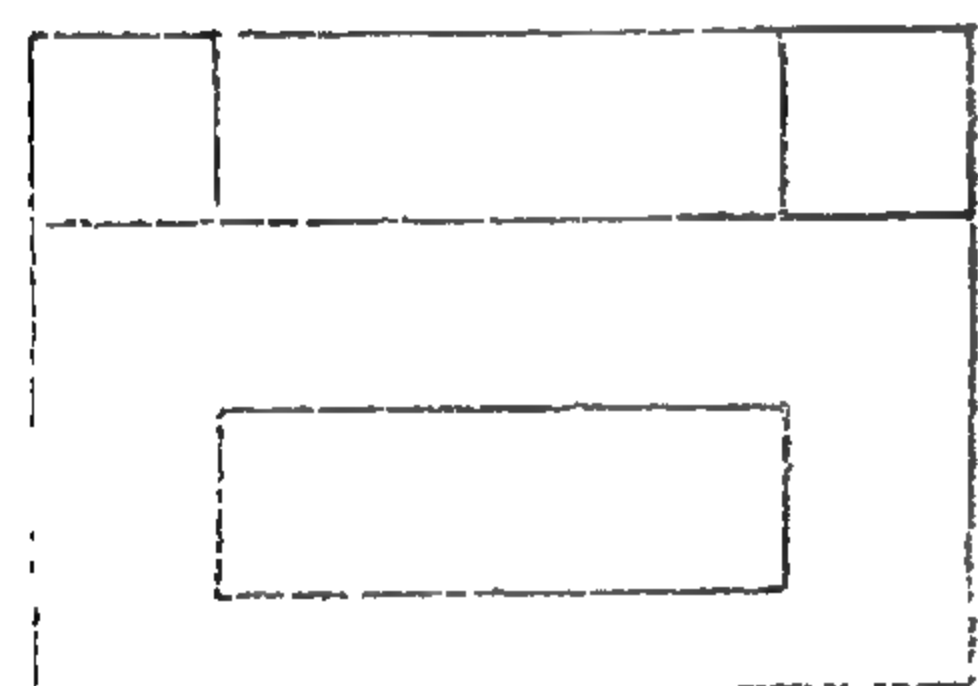
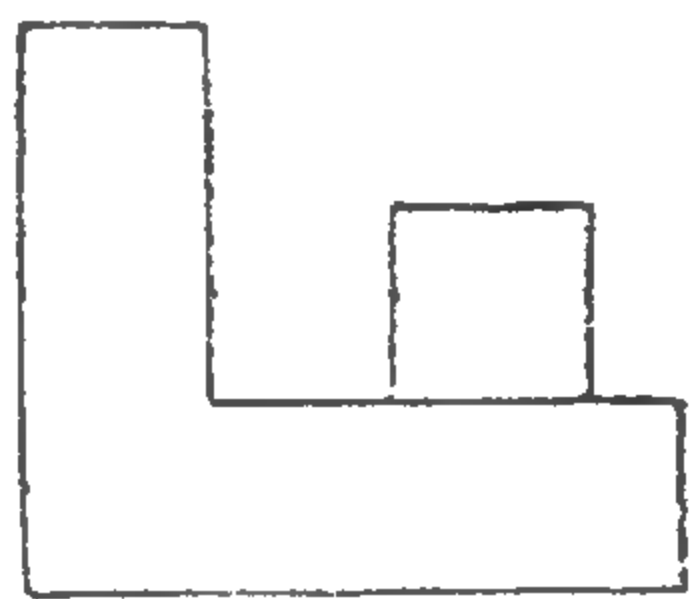
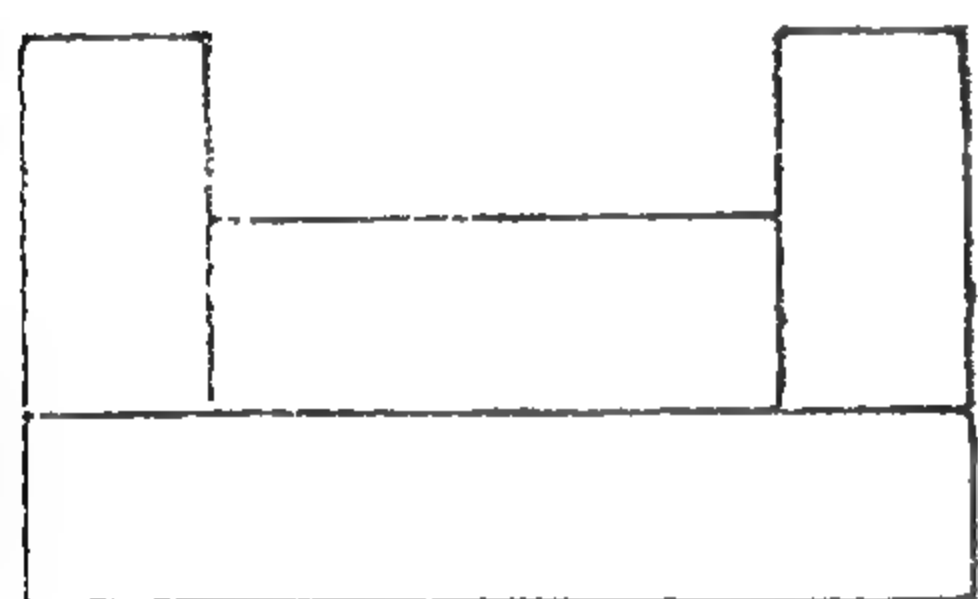
17



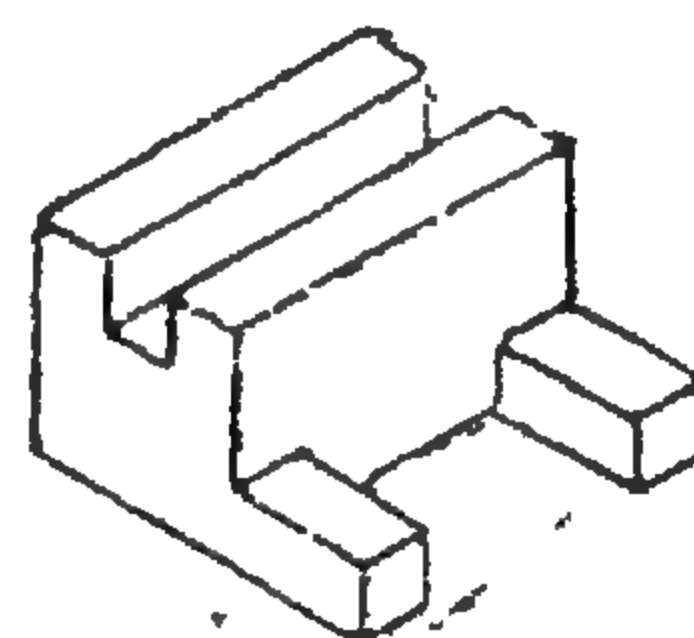
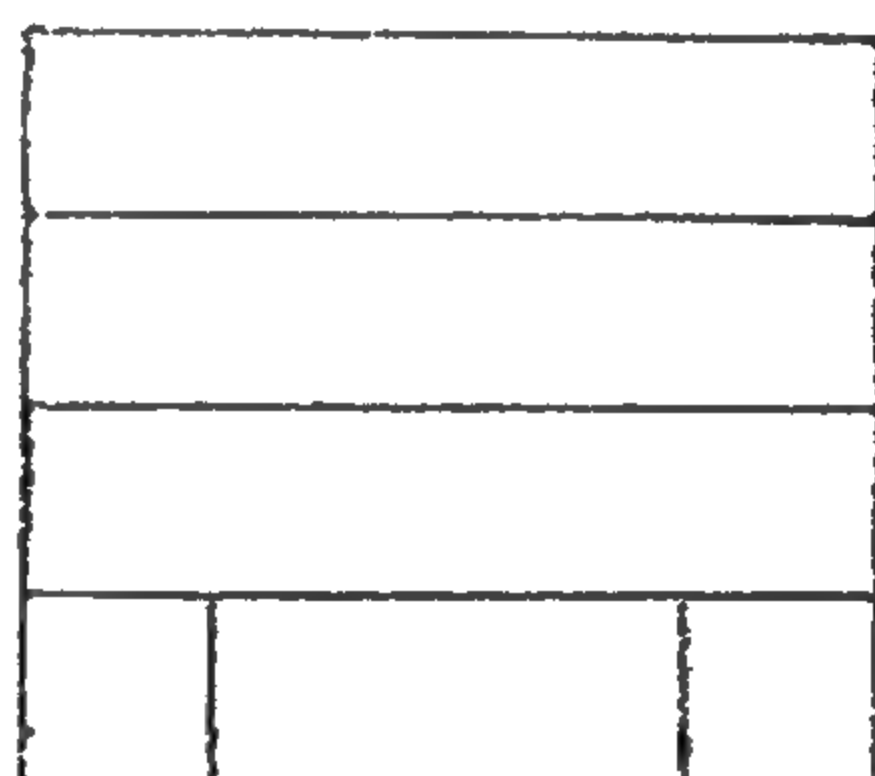
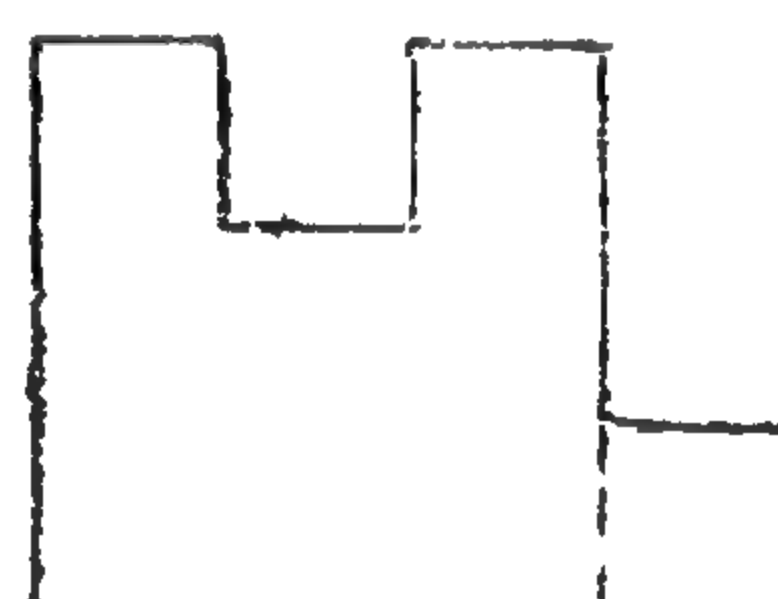
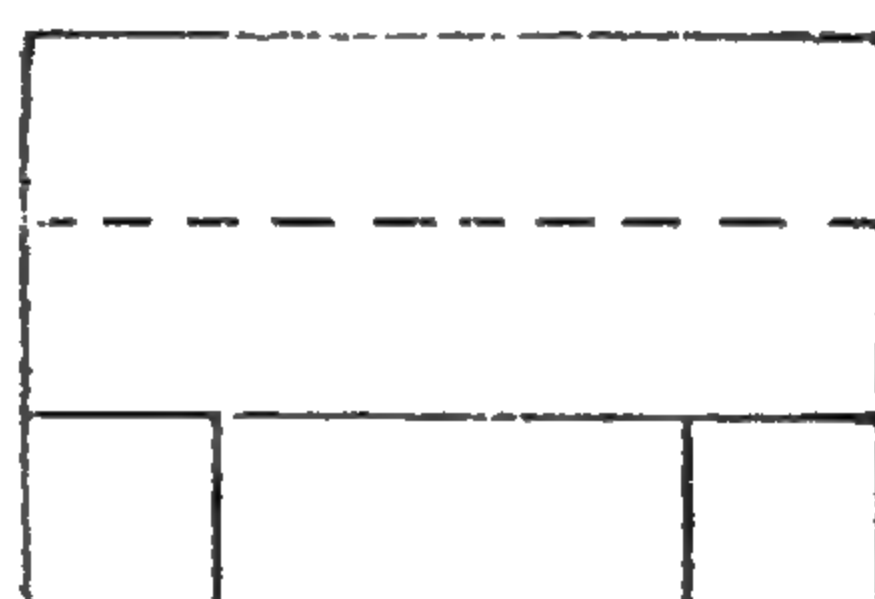
20



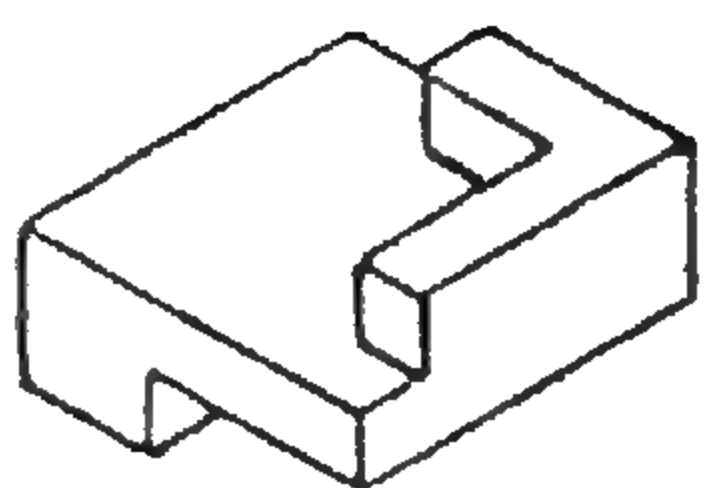
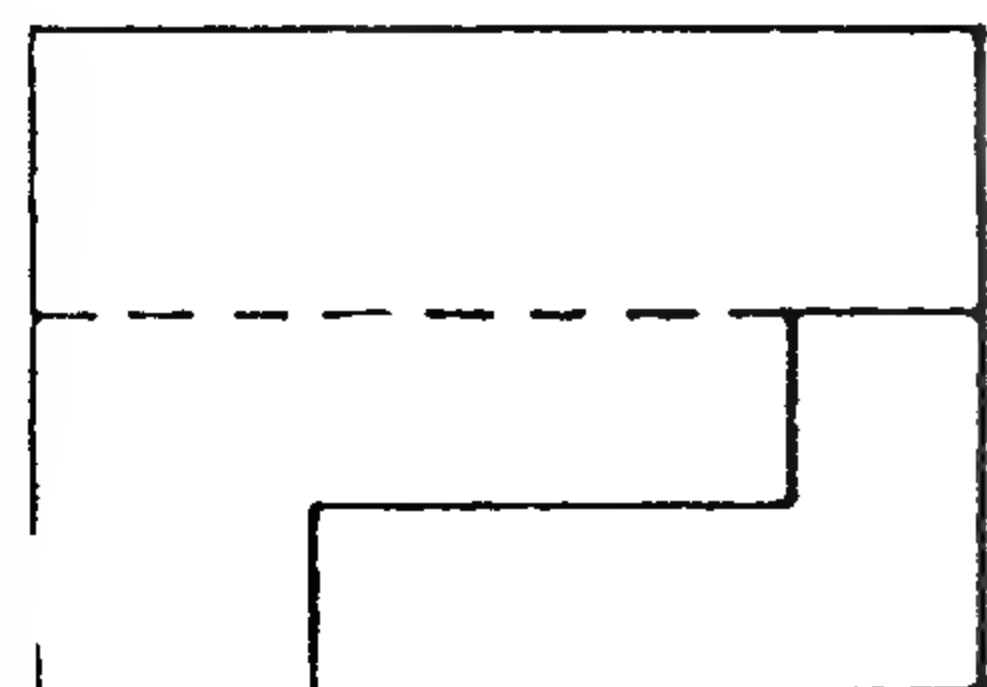
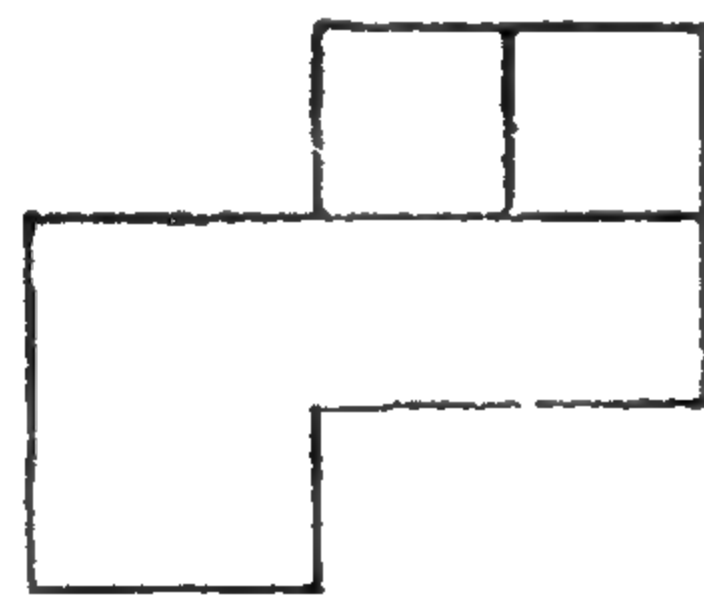
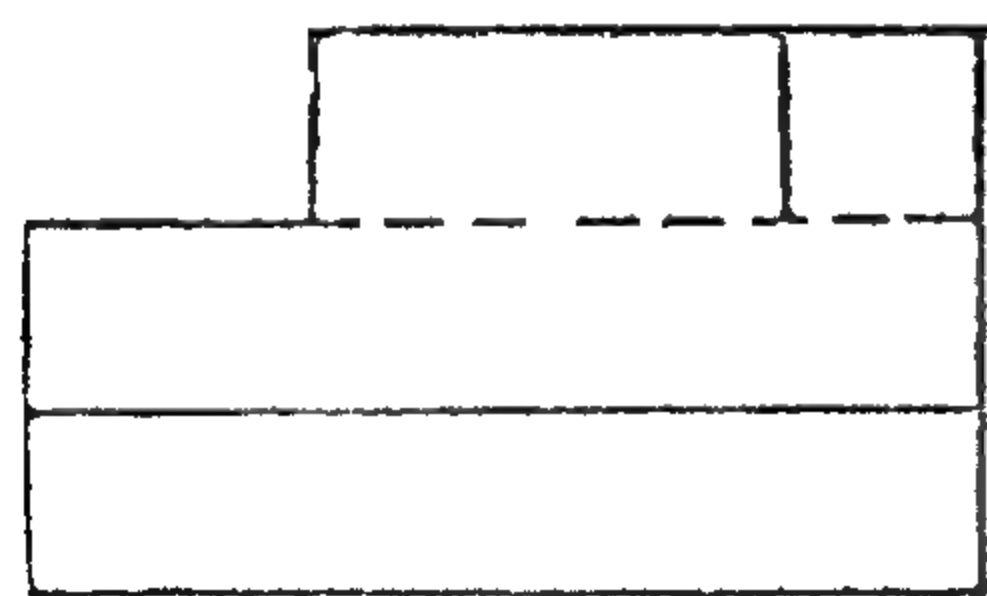
19



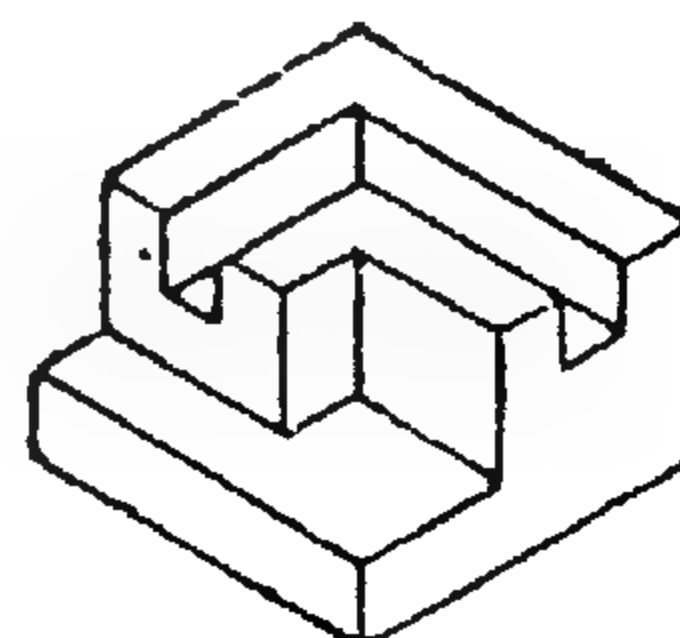
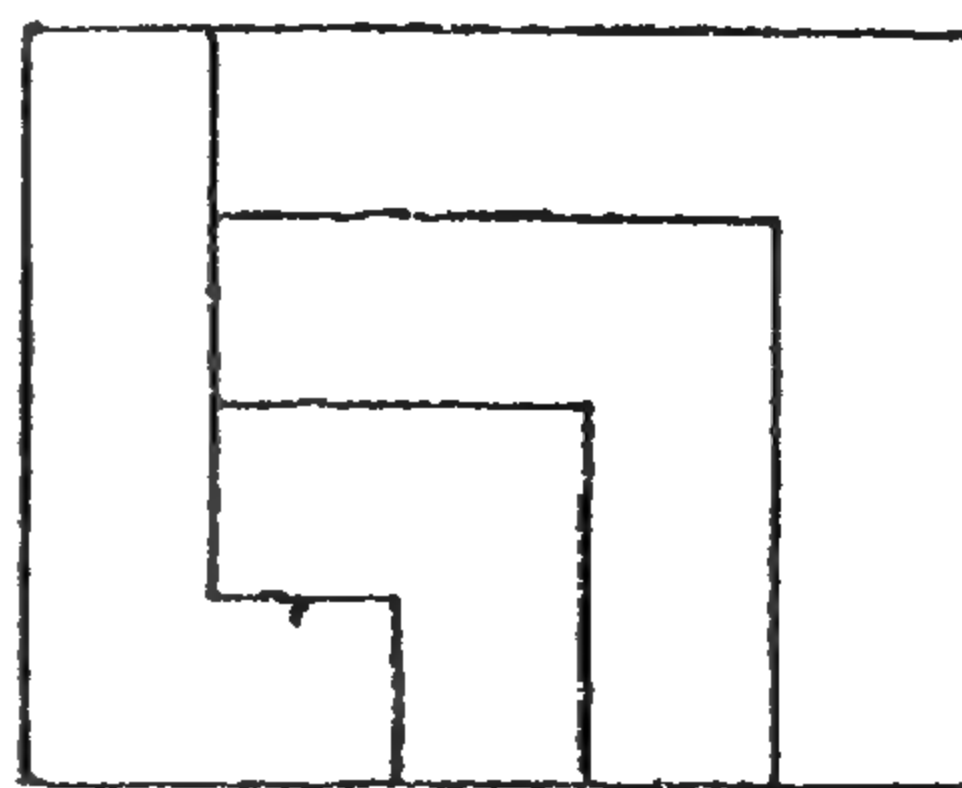
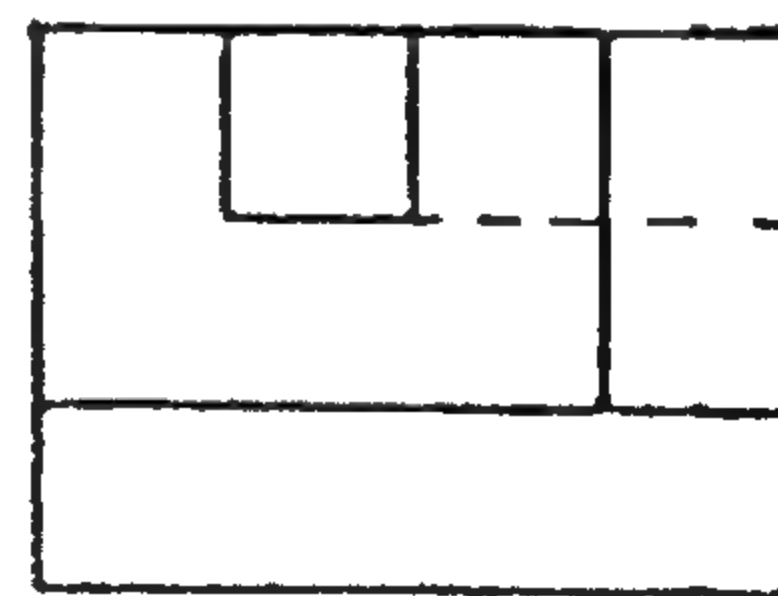
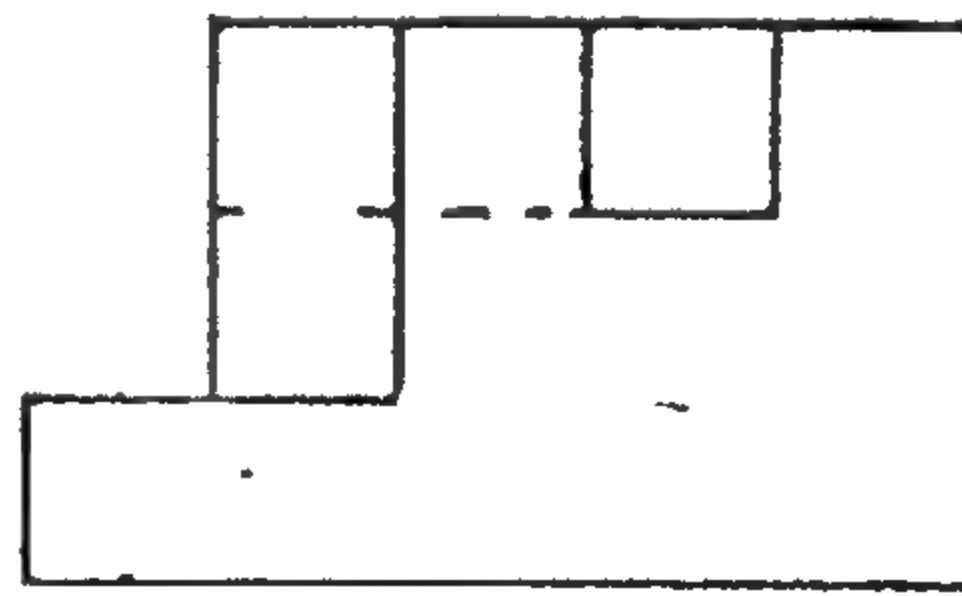
22



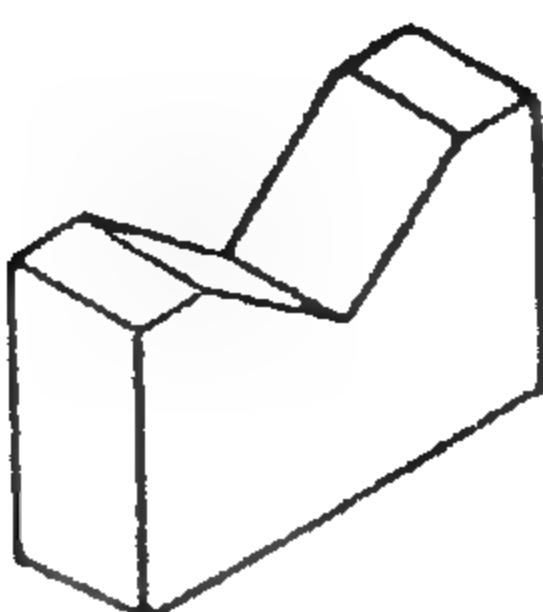
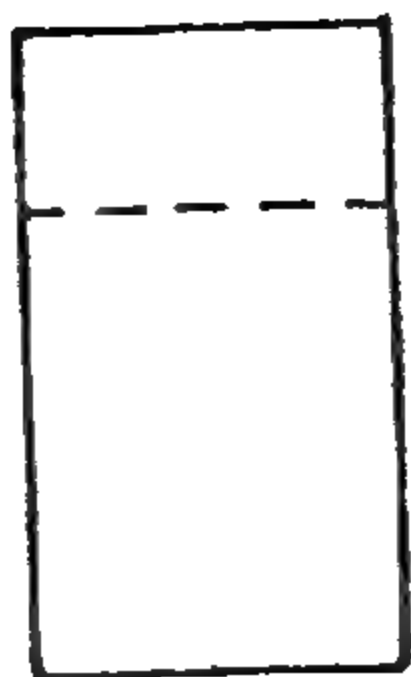
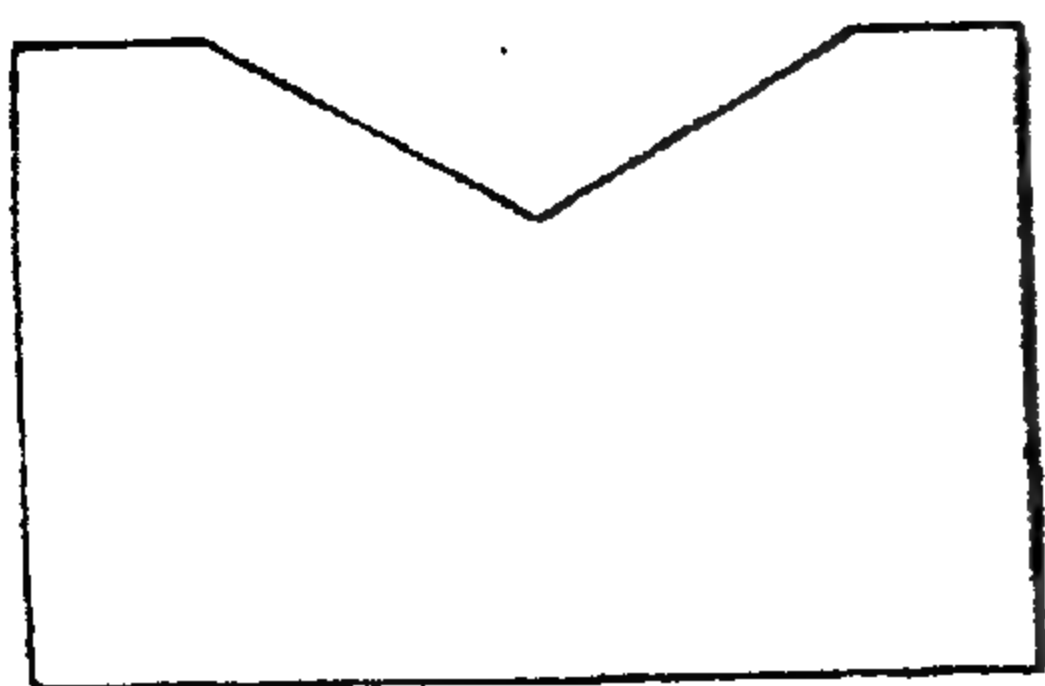
21



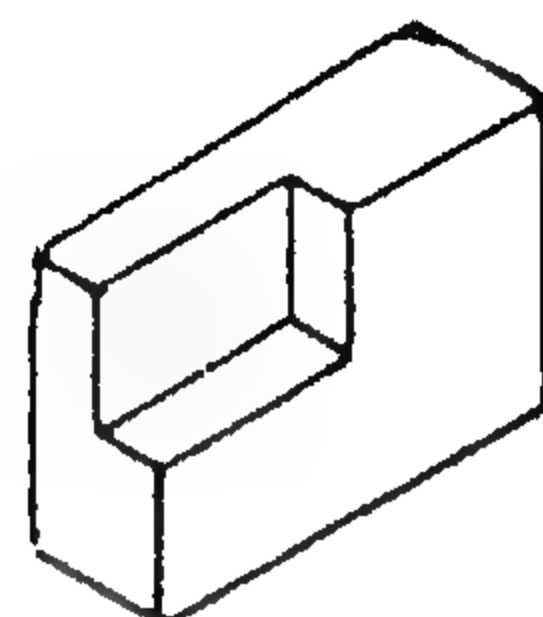
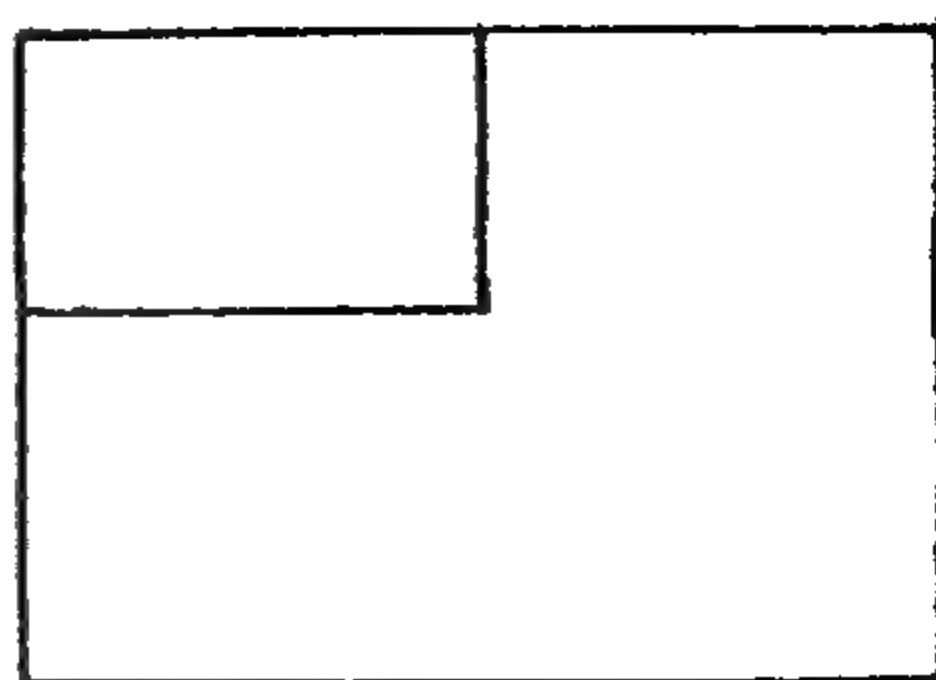
24



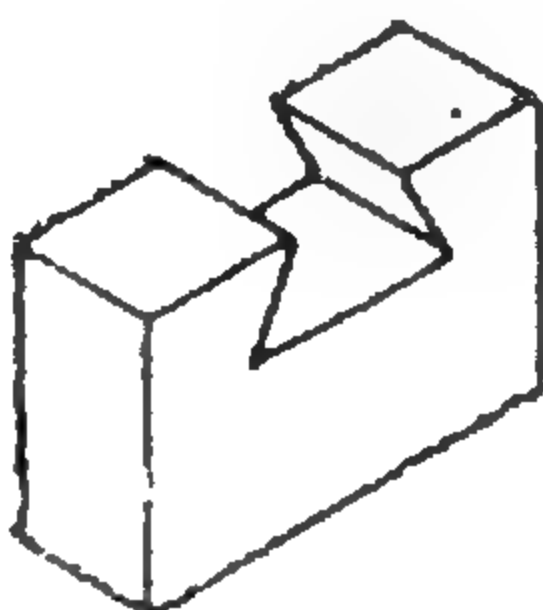
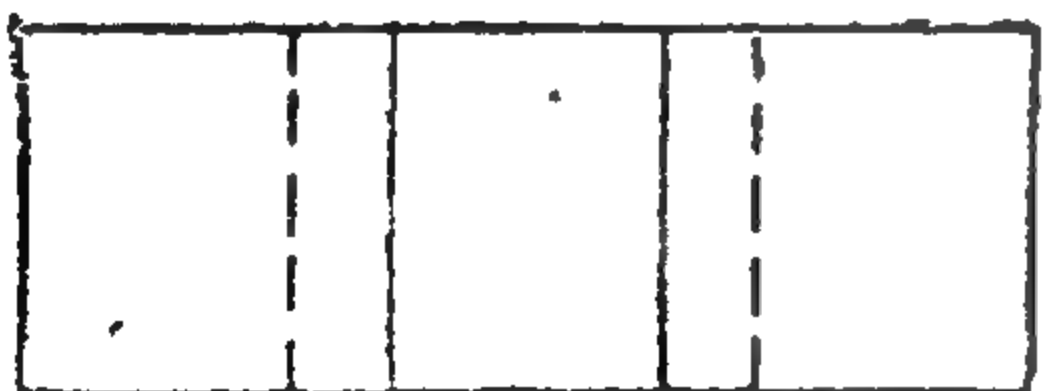
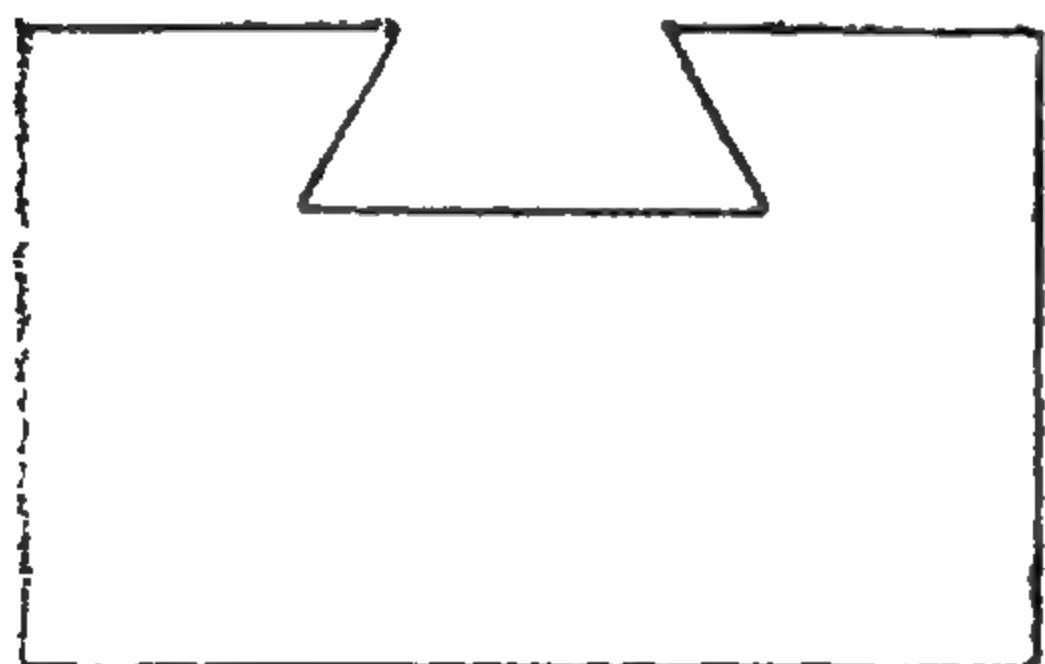
23



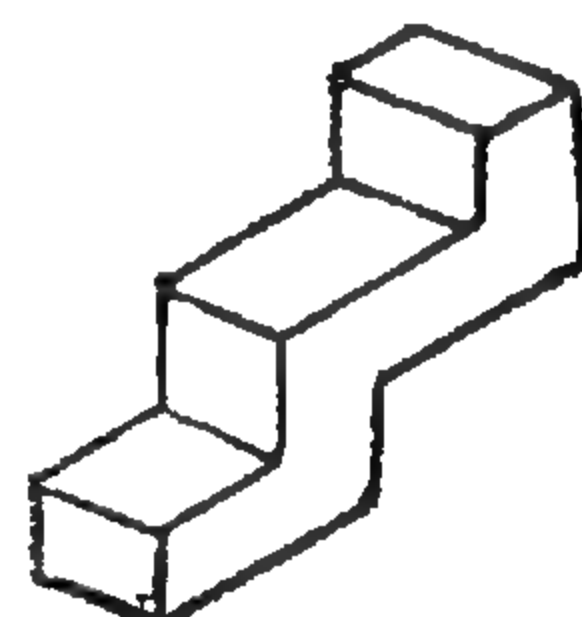
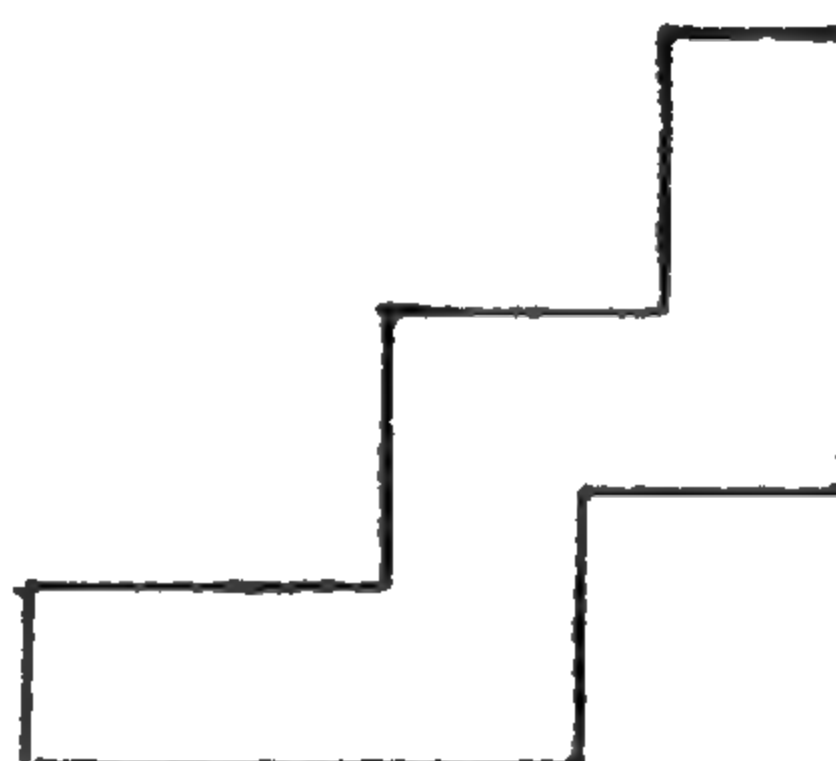
26



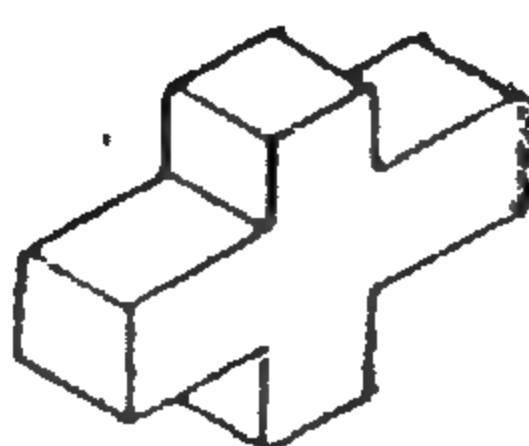
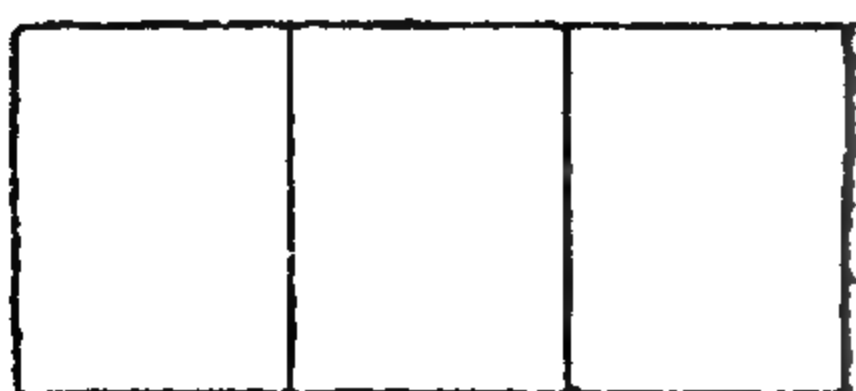
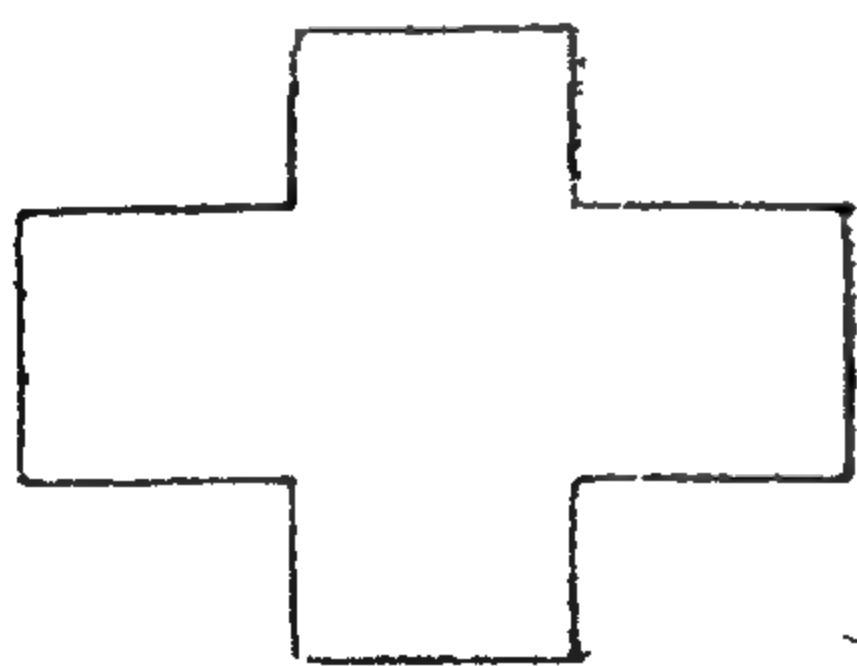
25



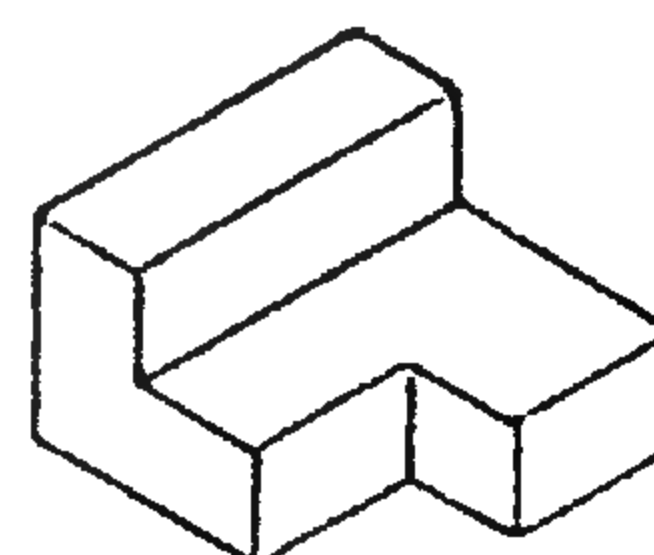
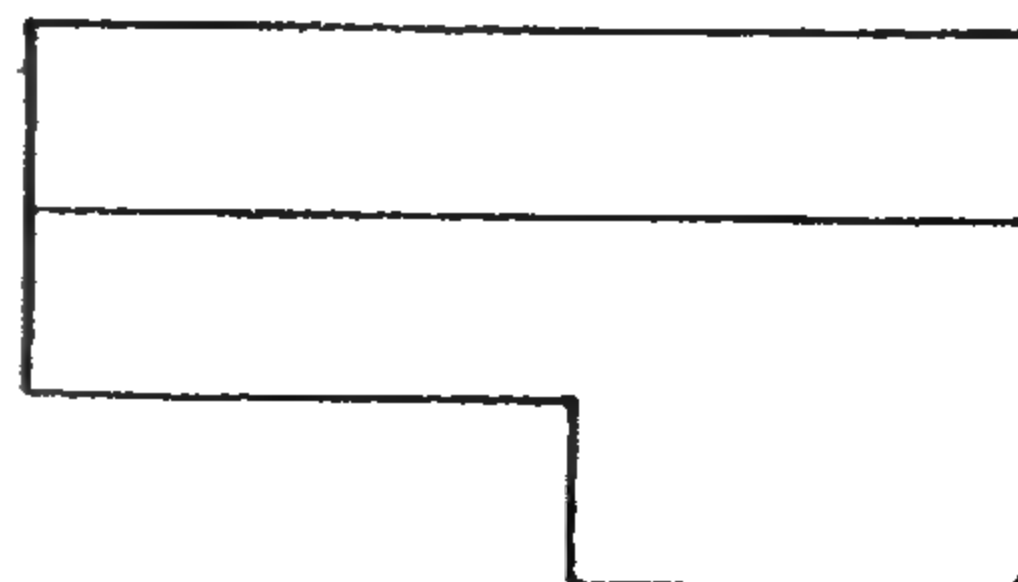
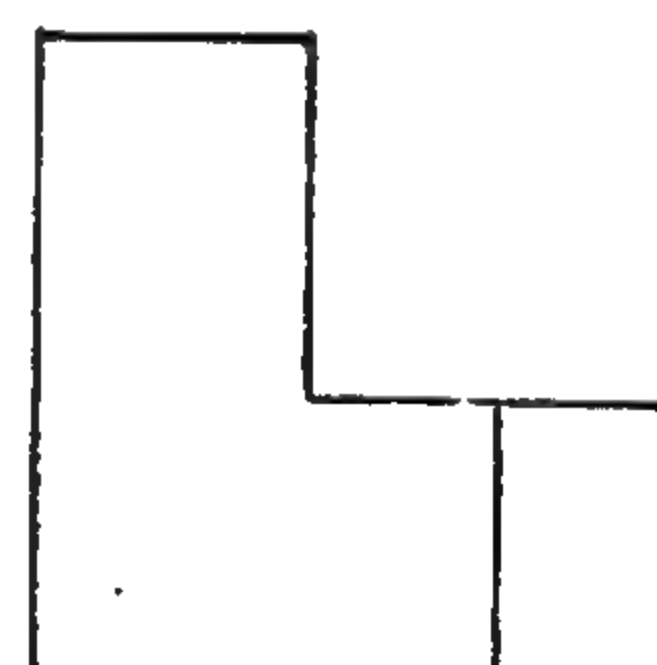
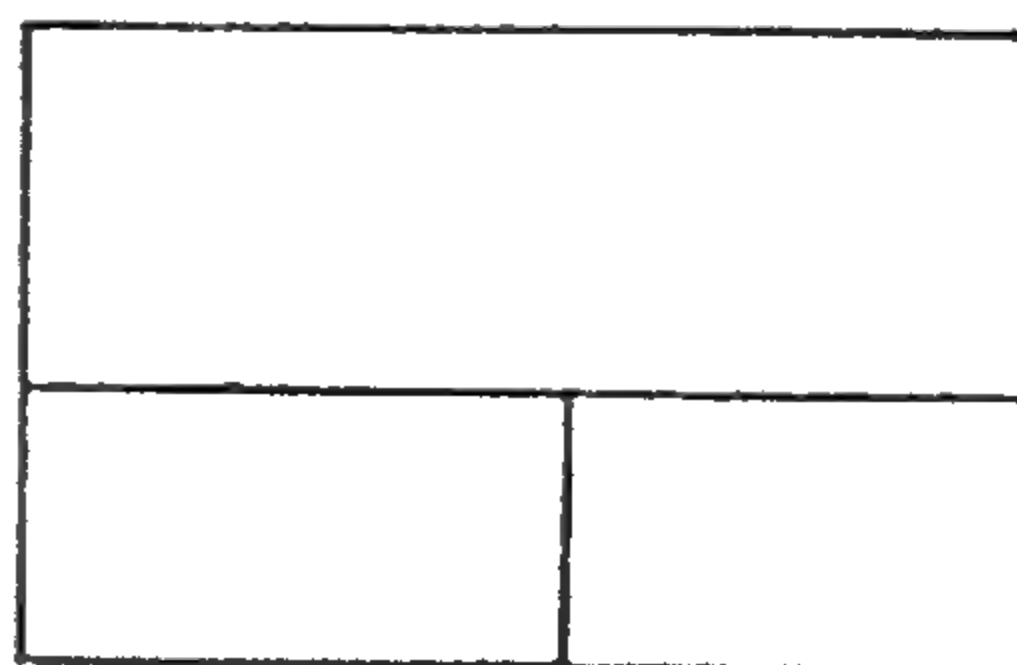
28



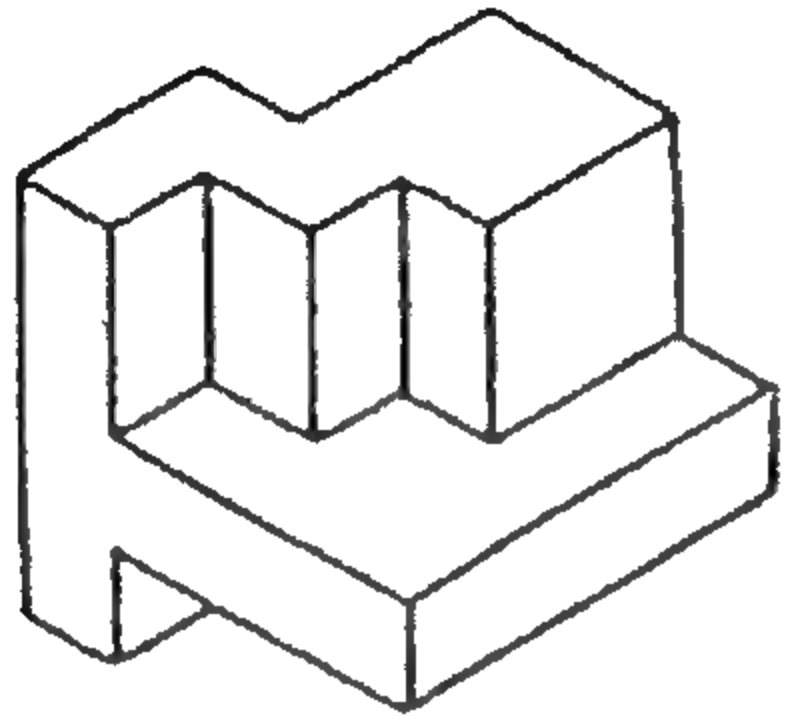
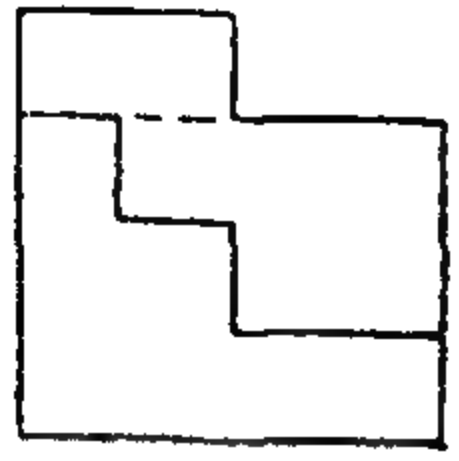
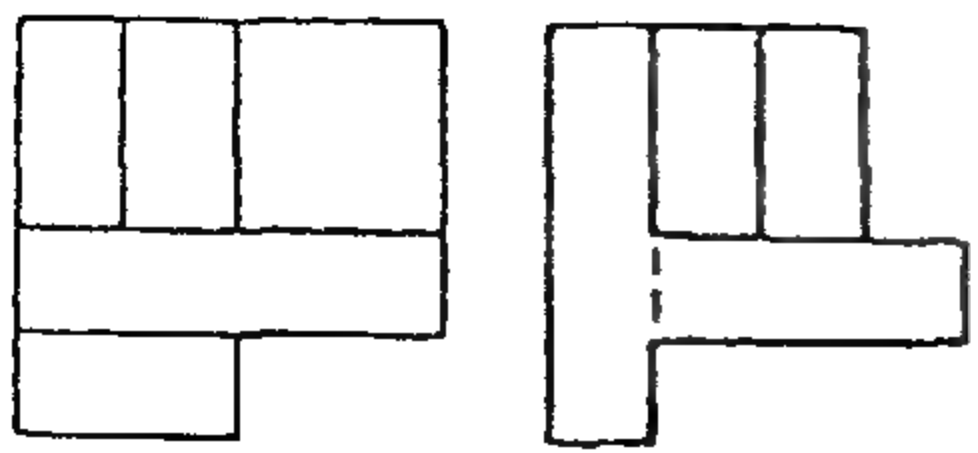
27



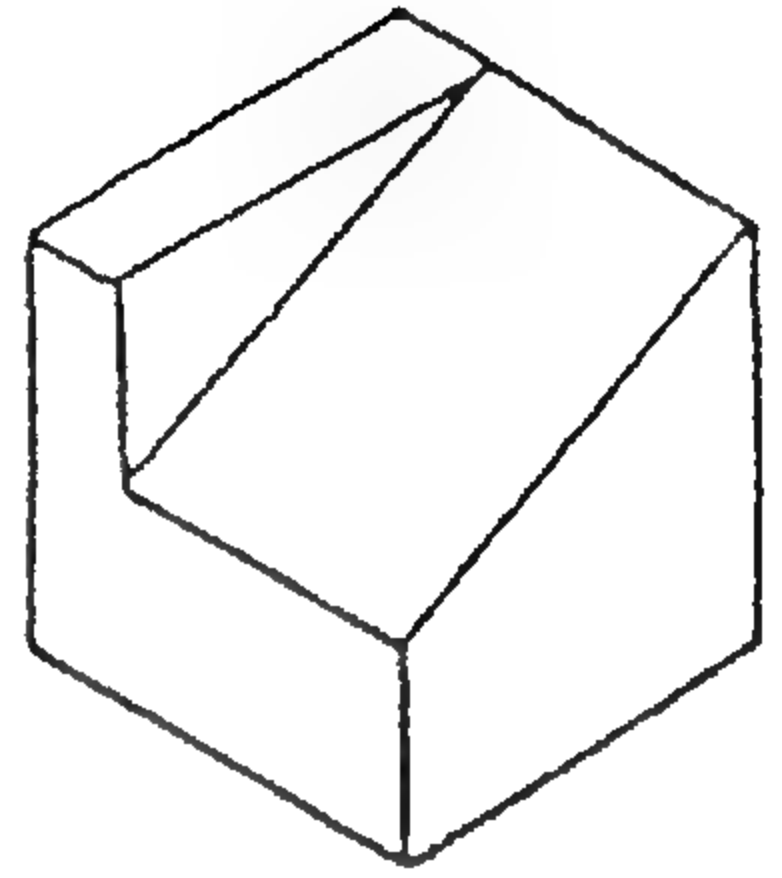
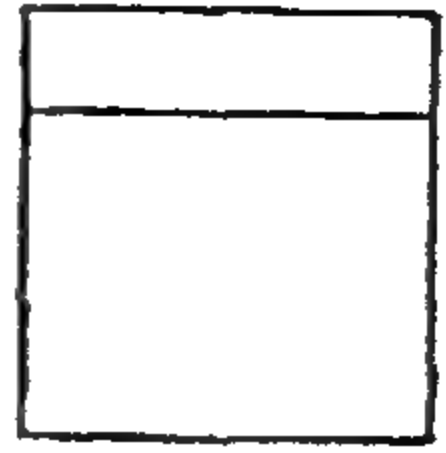
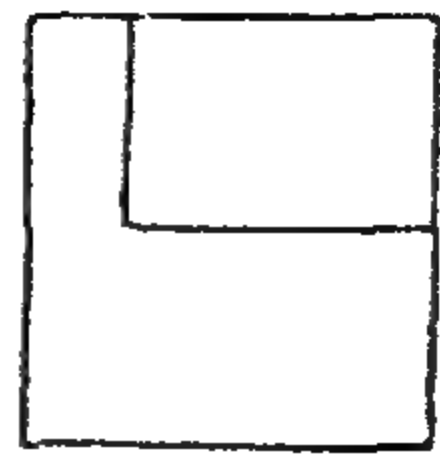
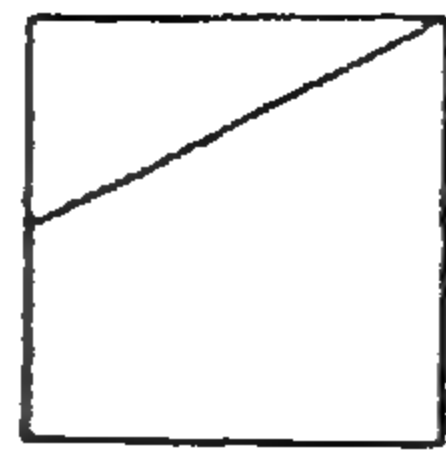
30



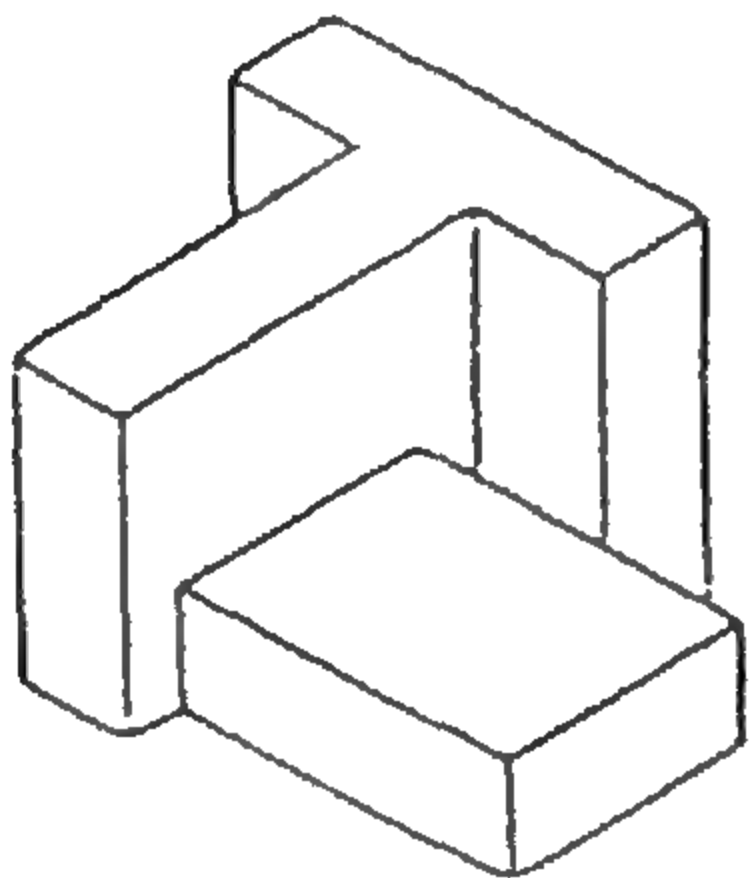
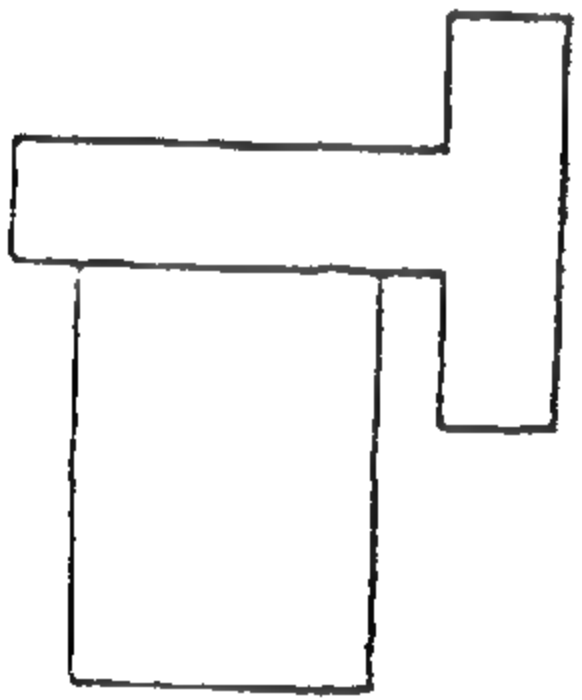
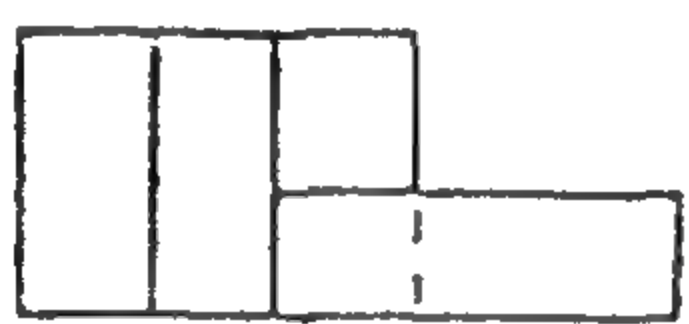
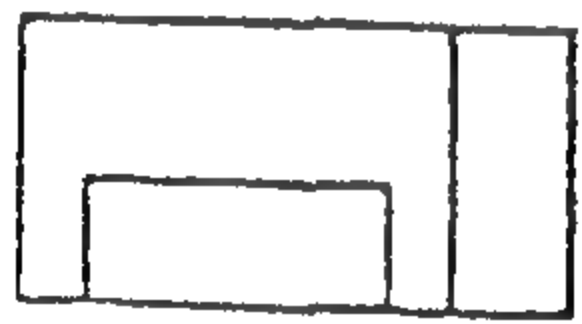
29



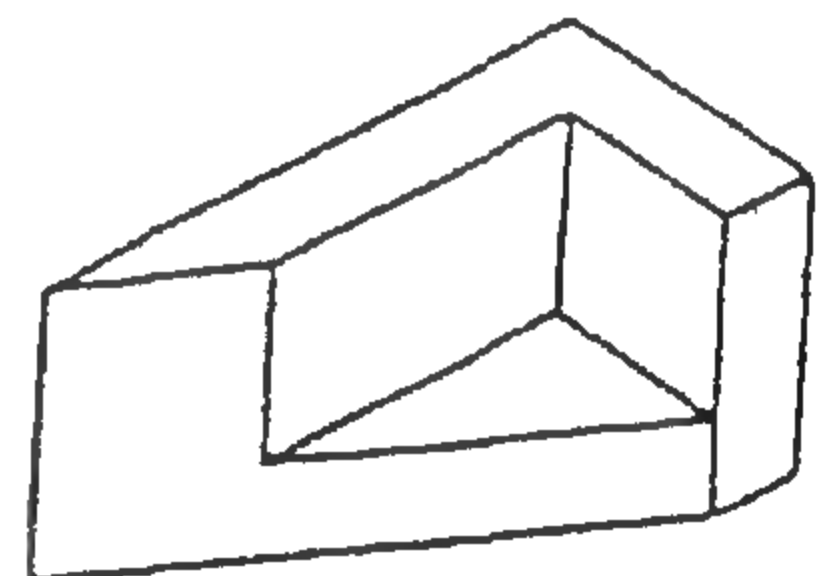
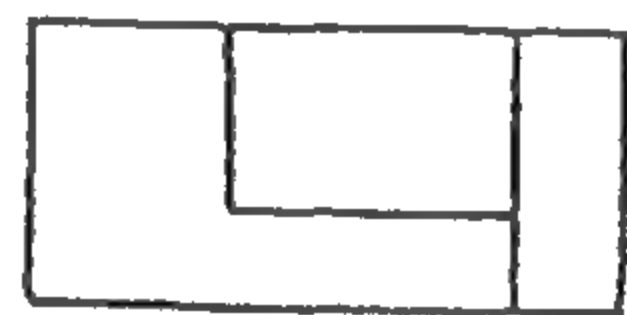
32



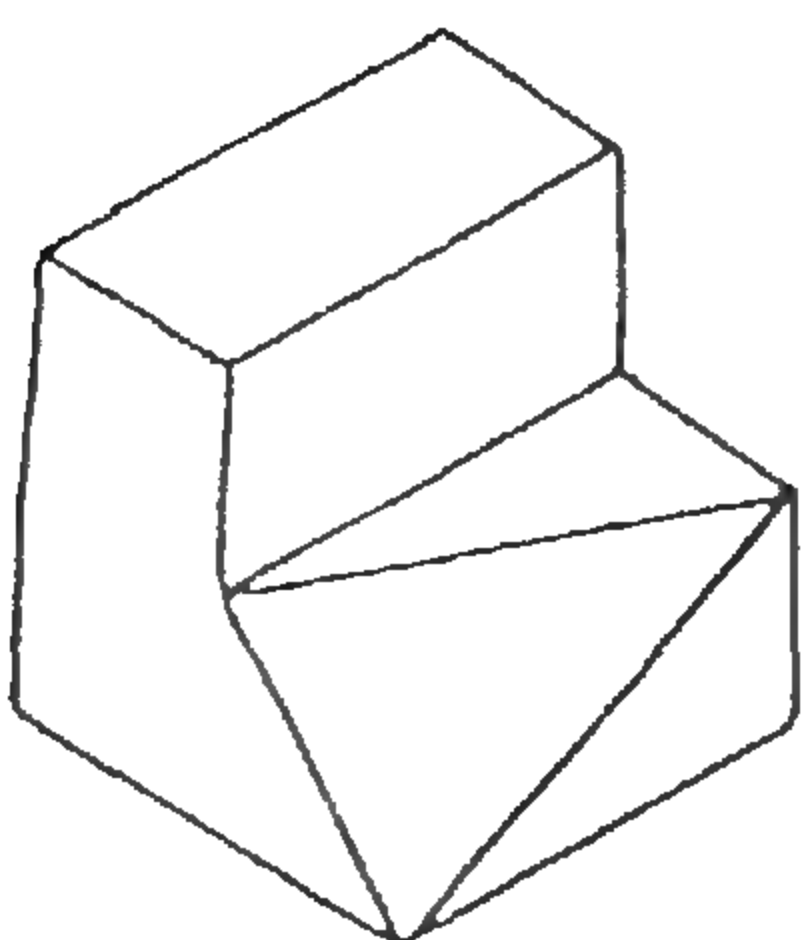
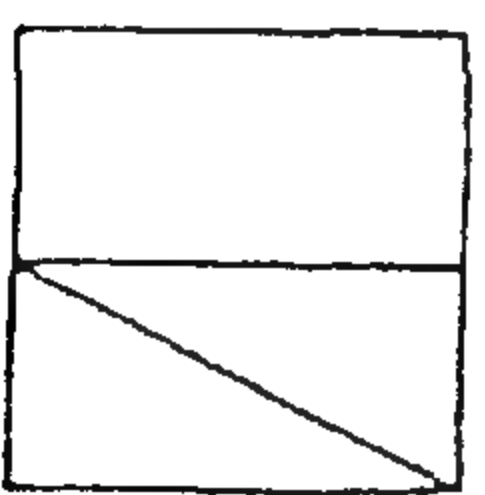
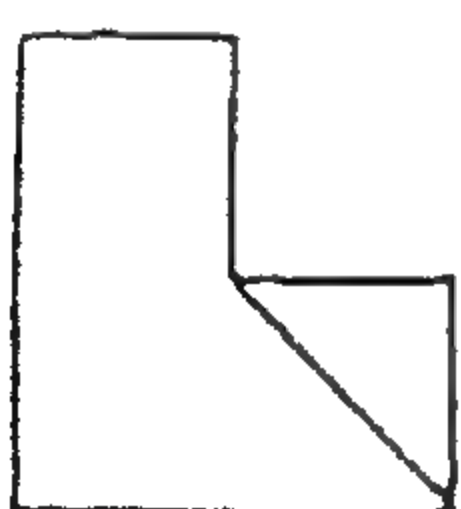
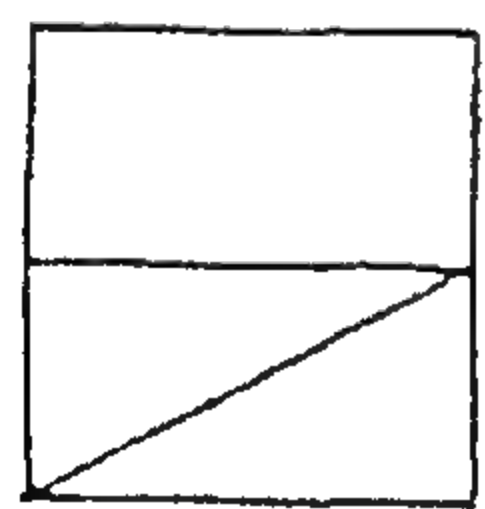
31



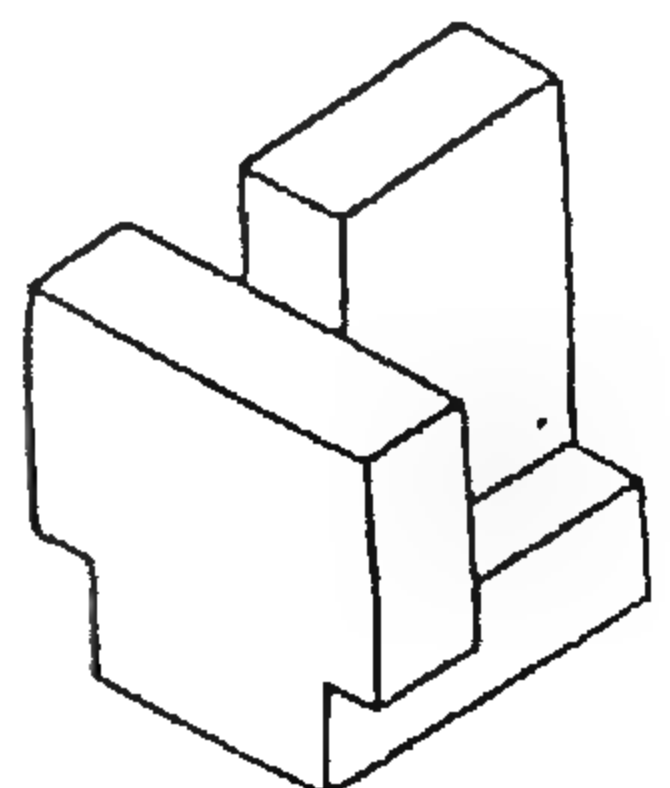
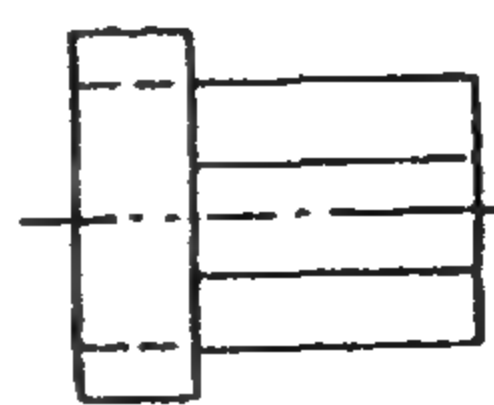
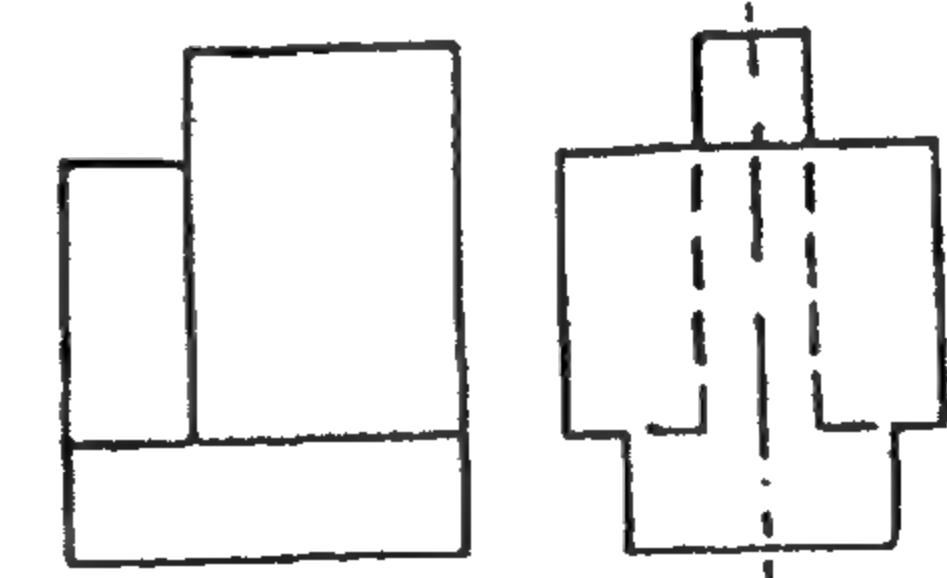
34



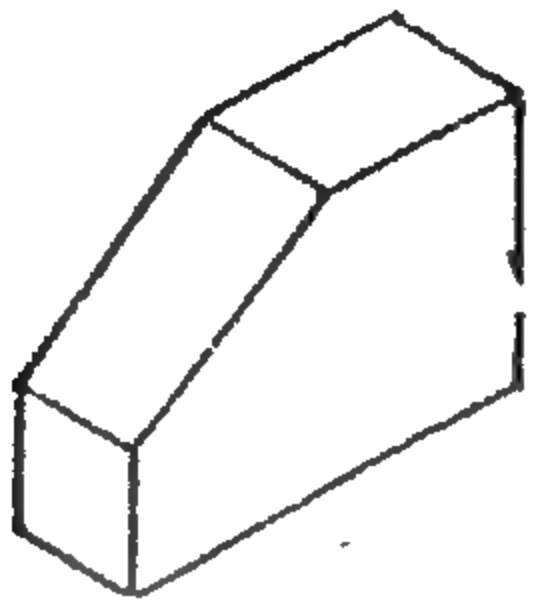
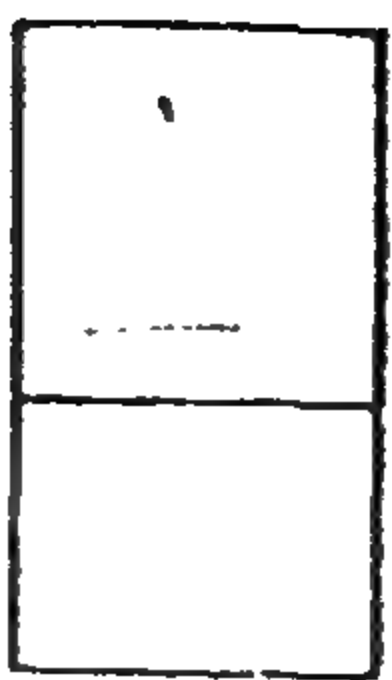
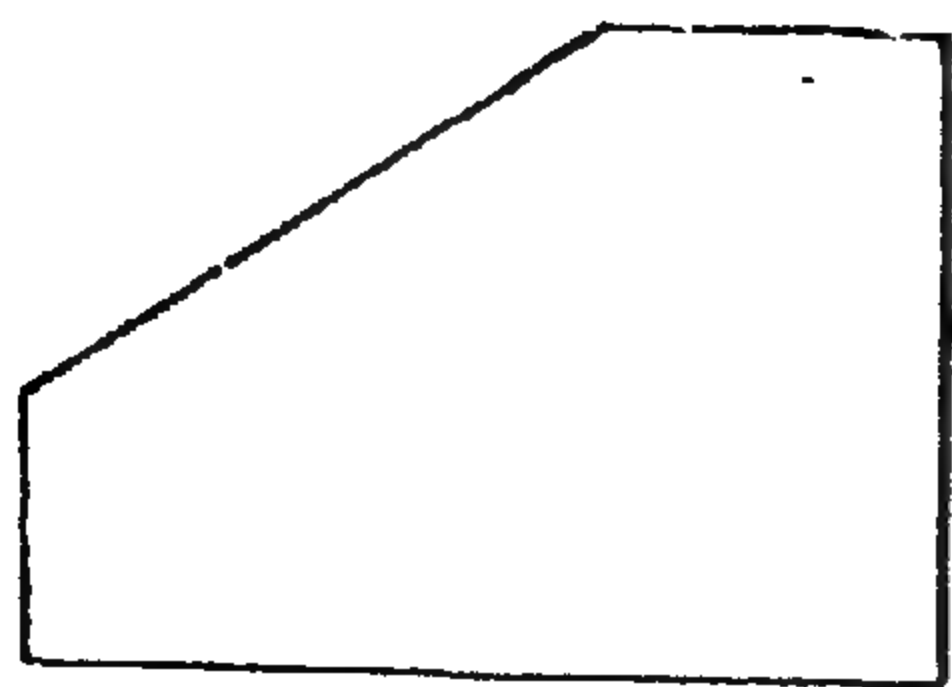
33



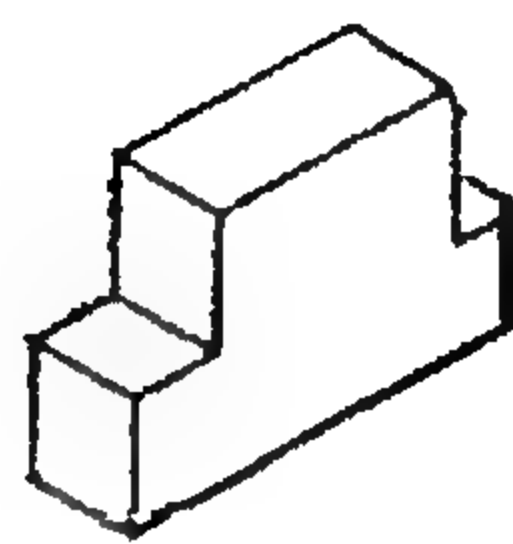
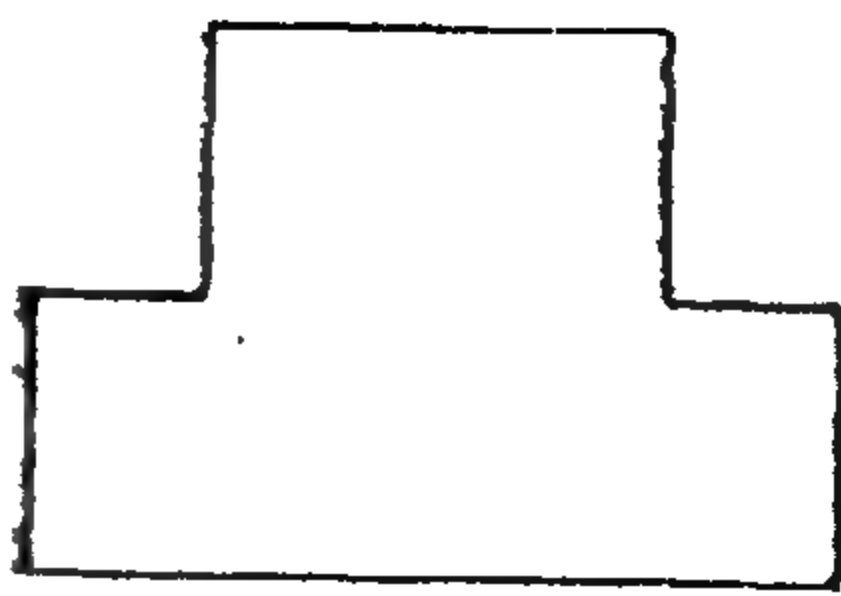
36



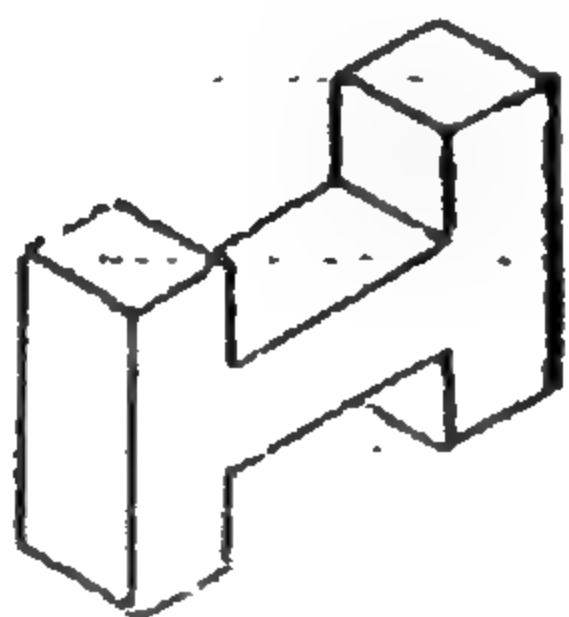
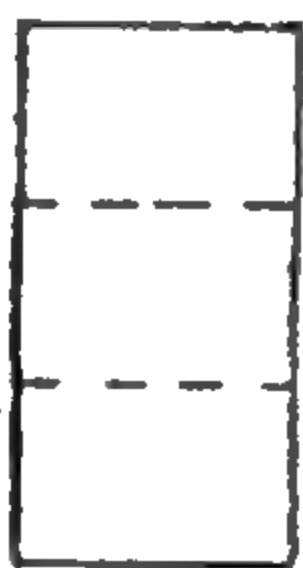
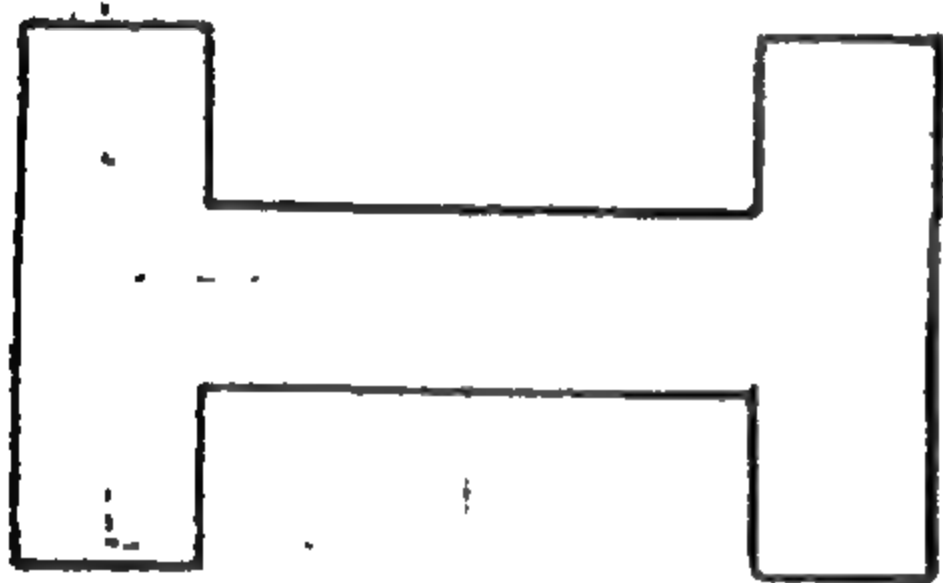
35



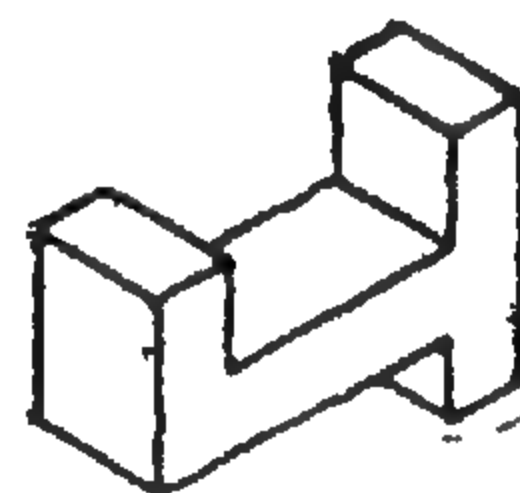
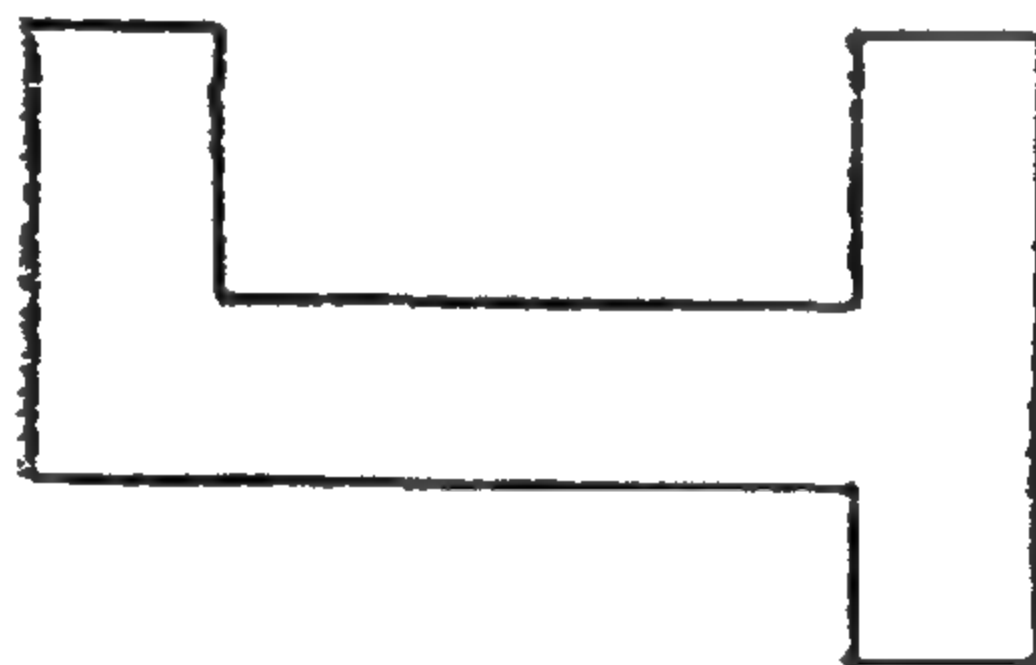
38



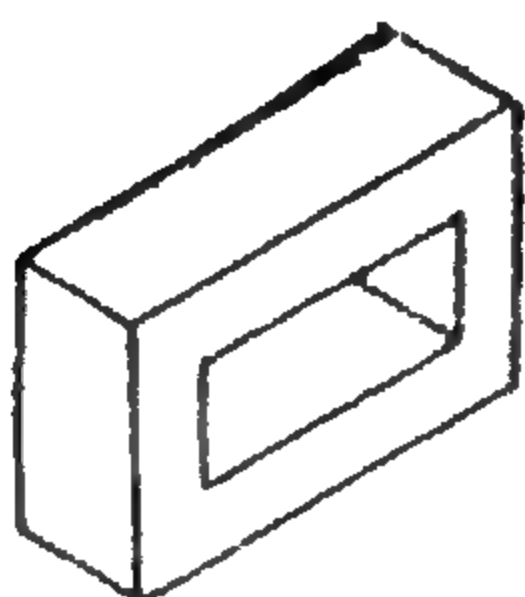
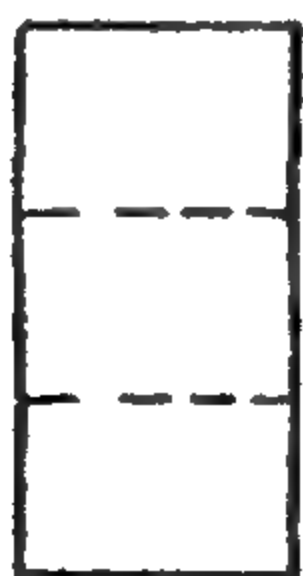
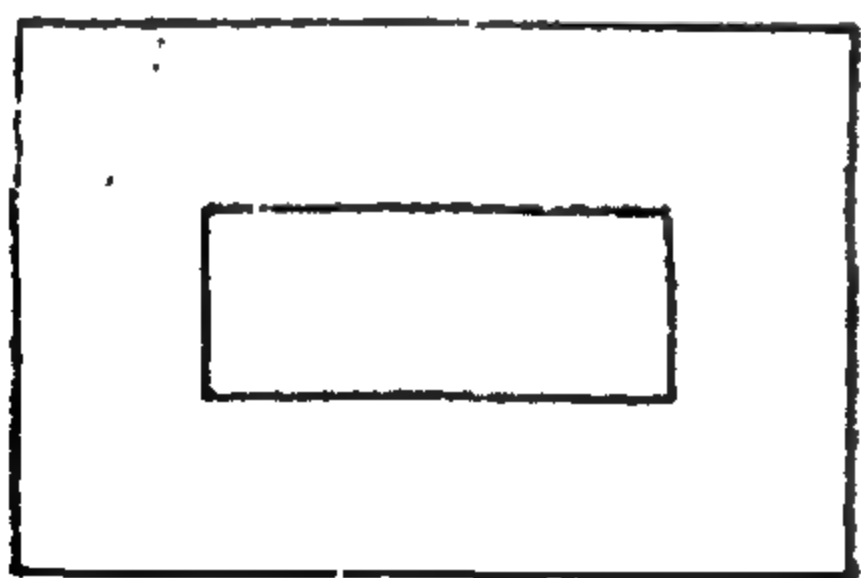
37



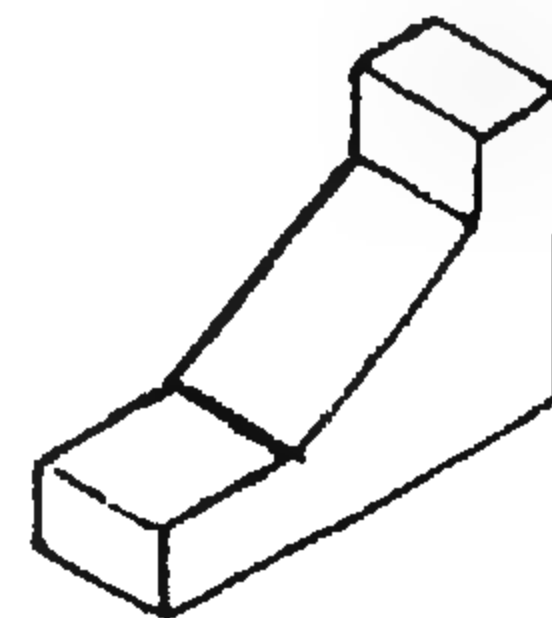
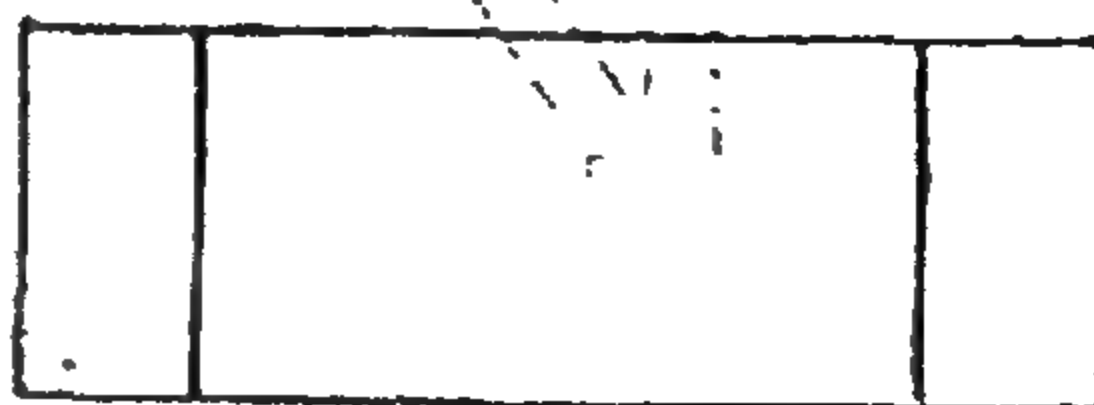
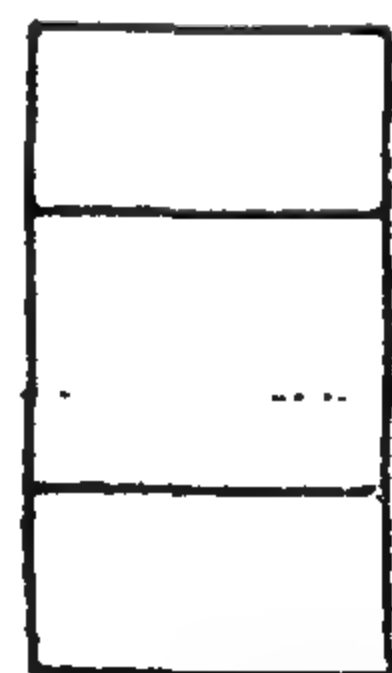
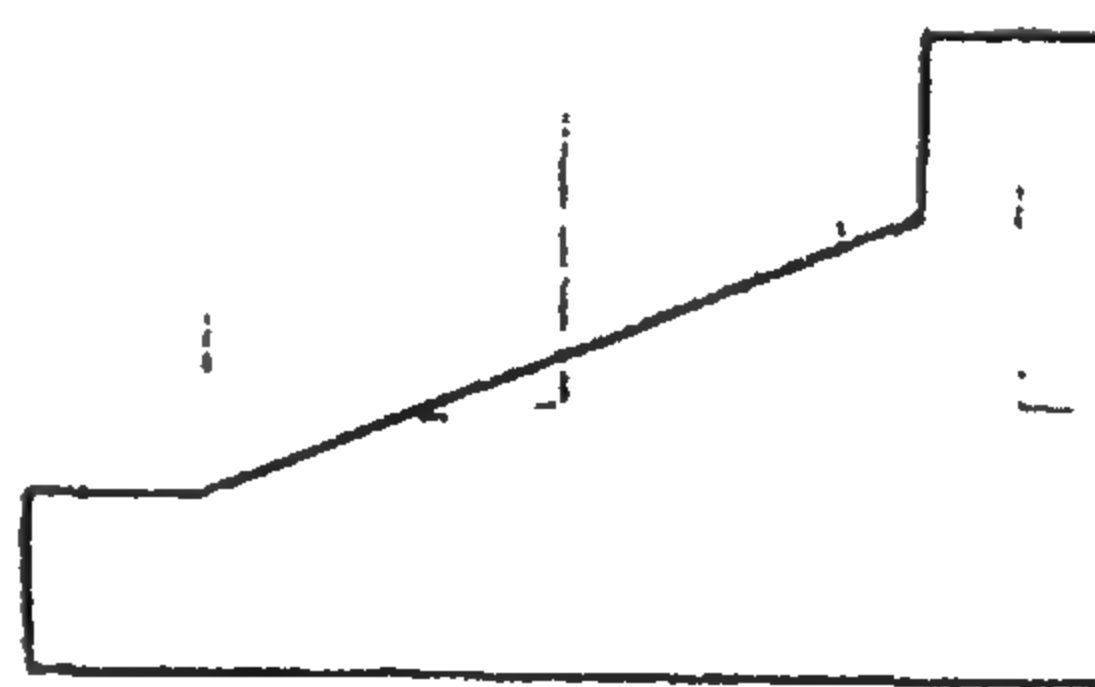
40



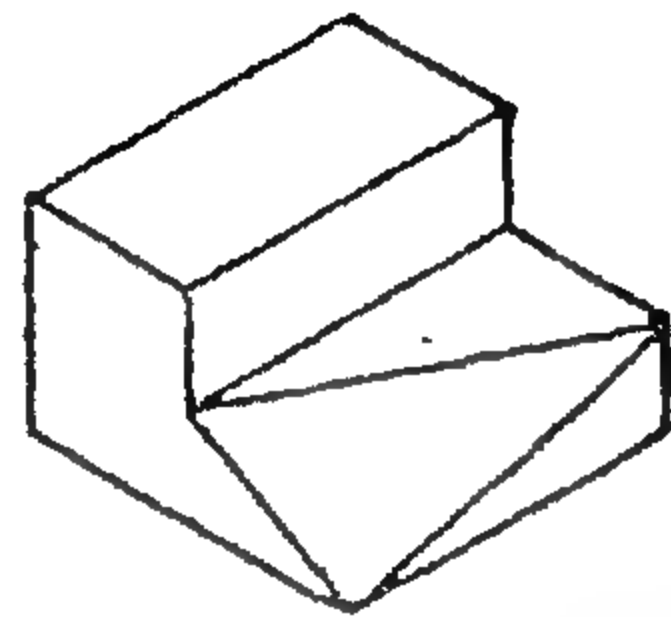
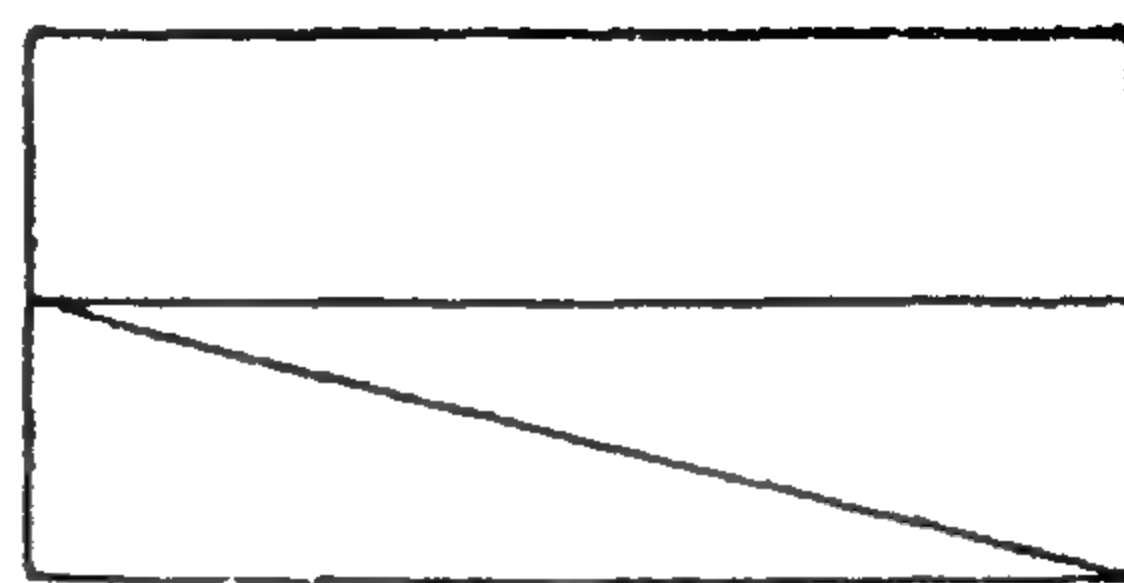
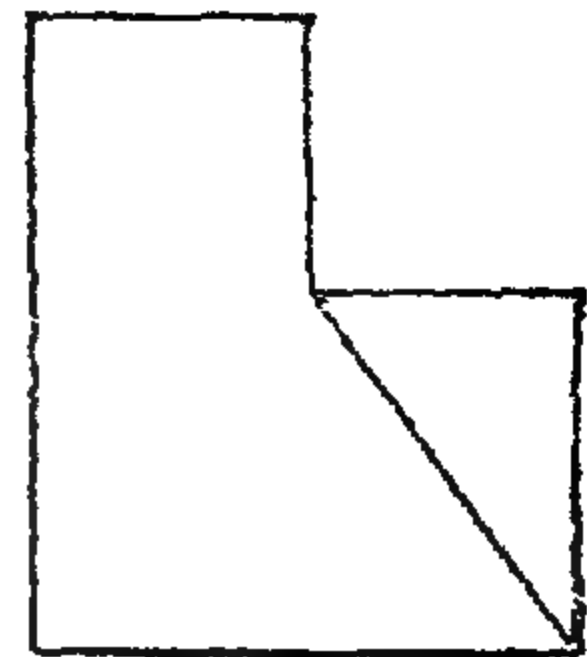
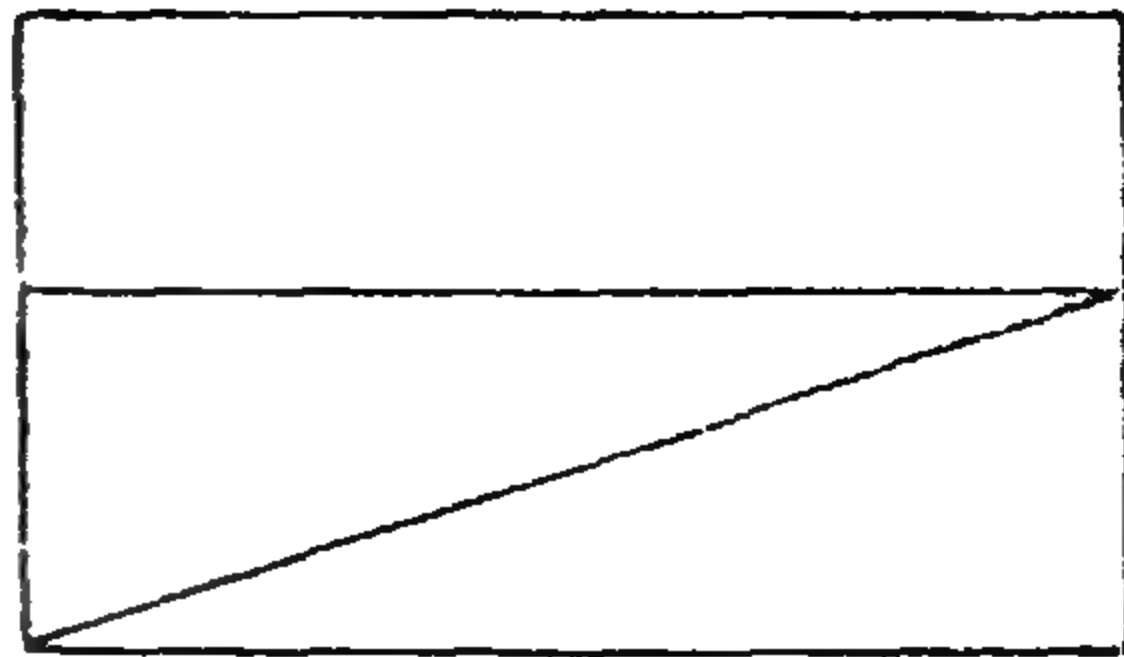
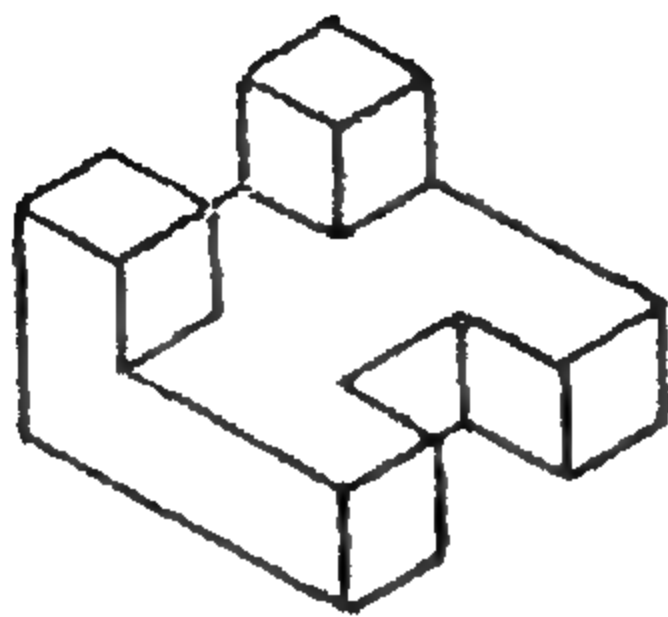
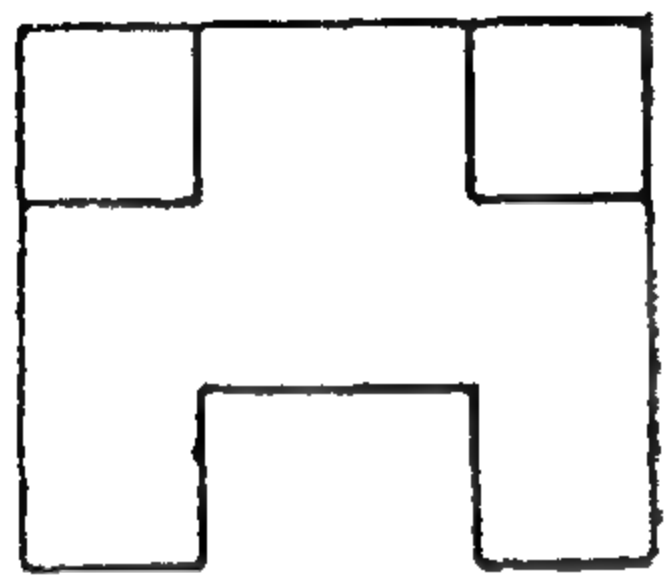
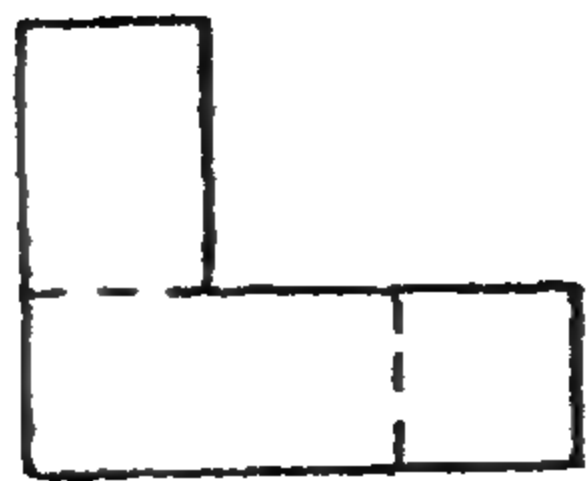
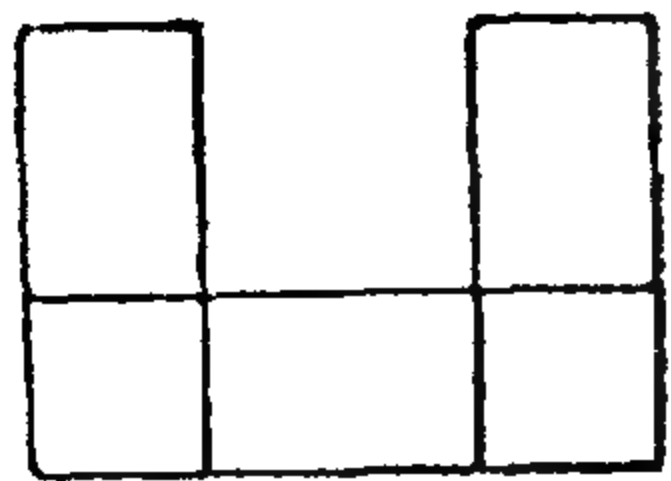
39



42

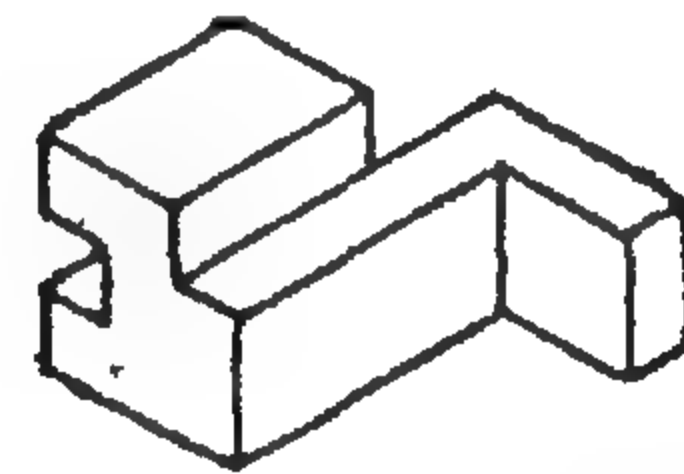
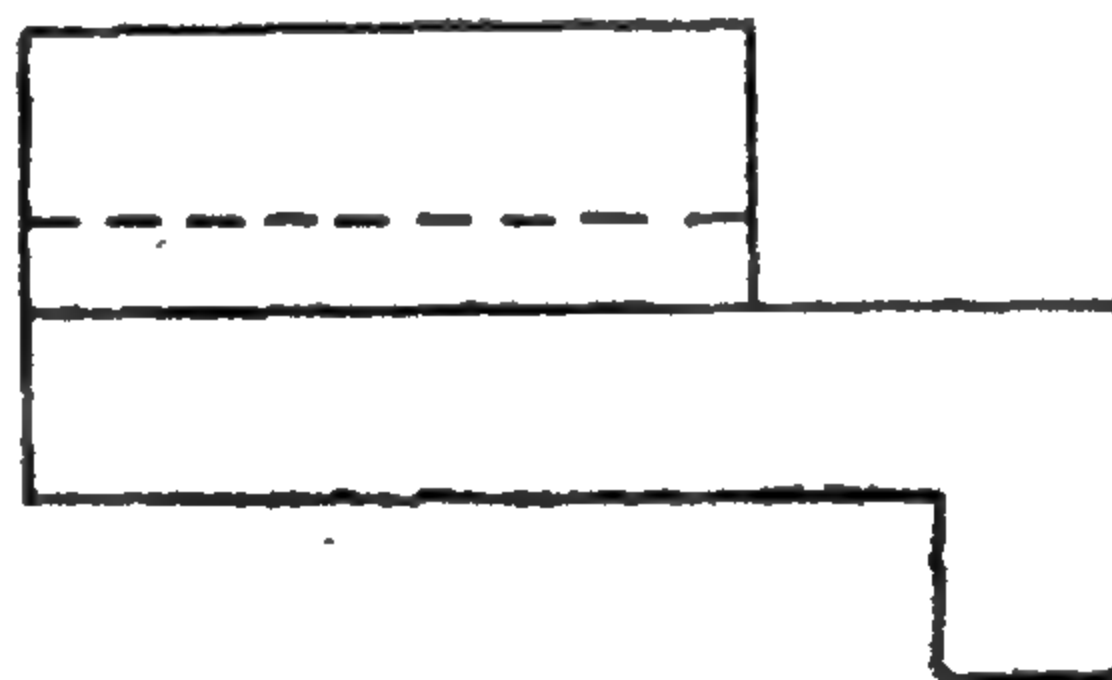
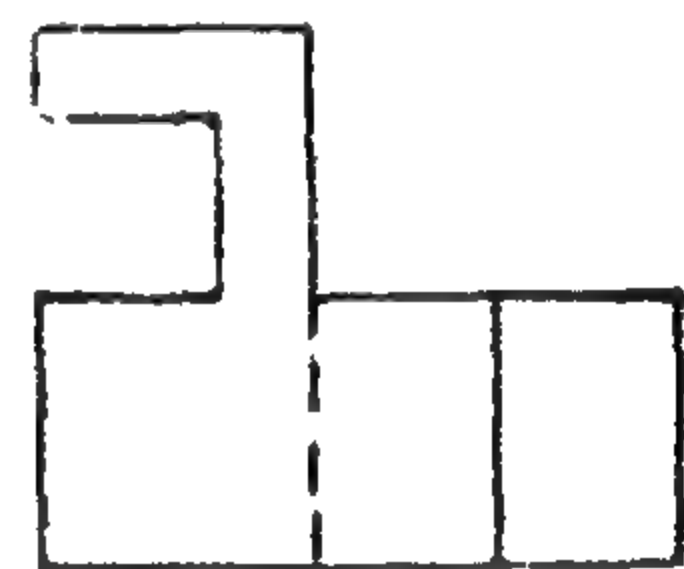
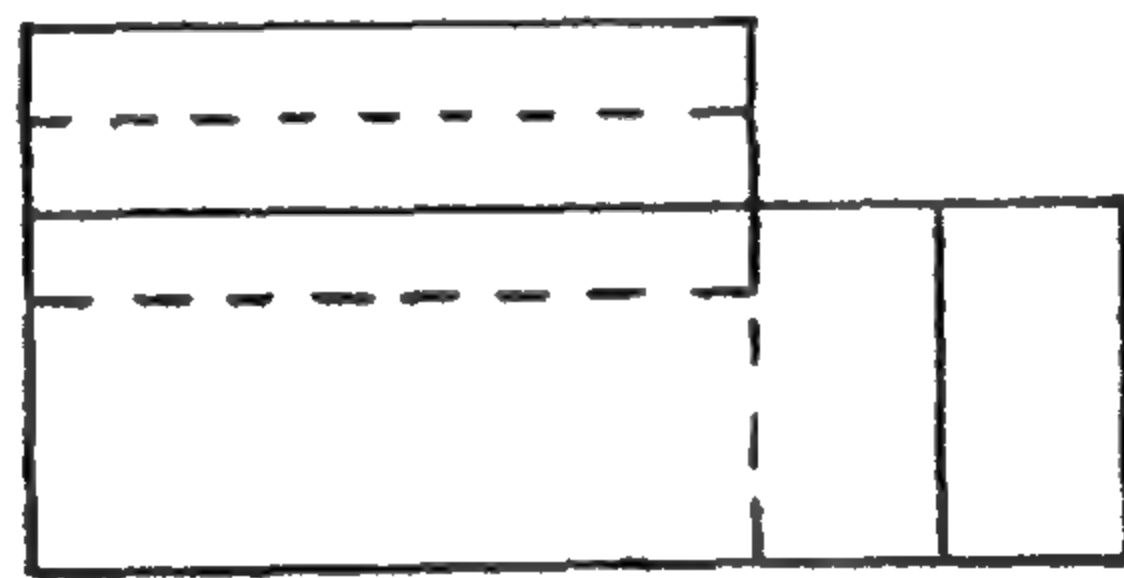
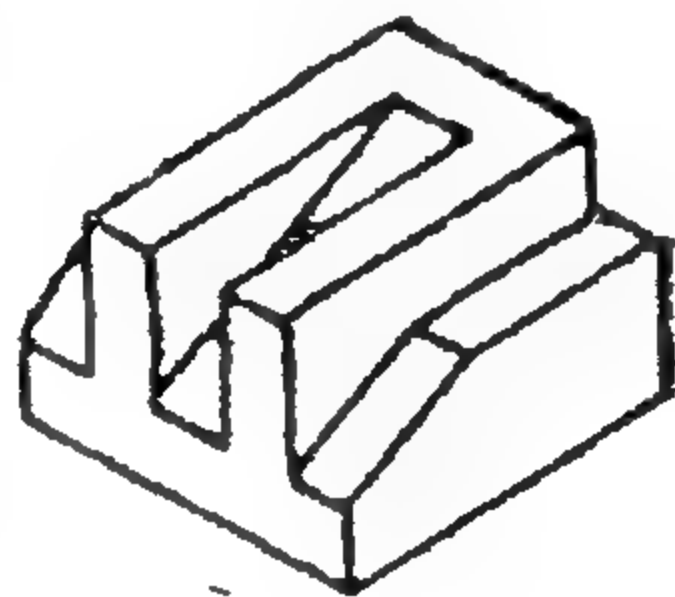
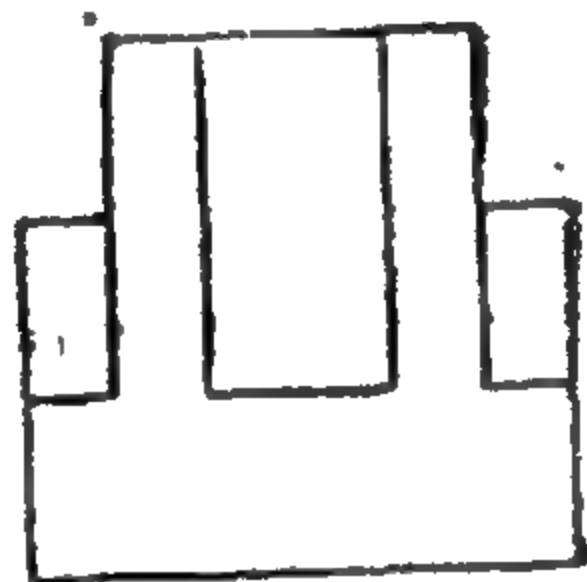
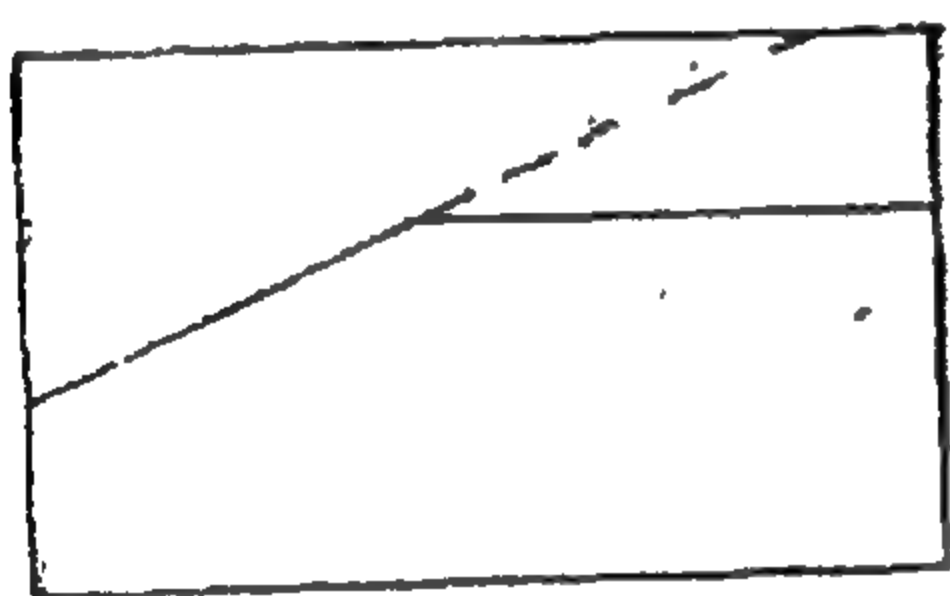


41



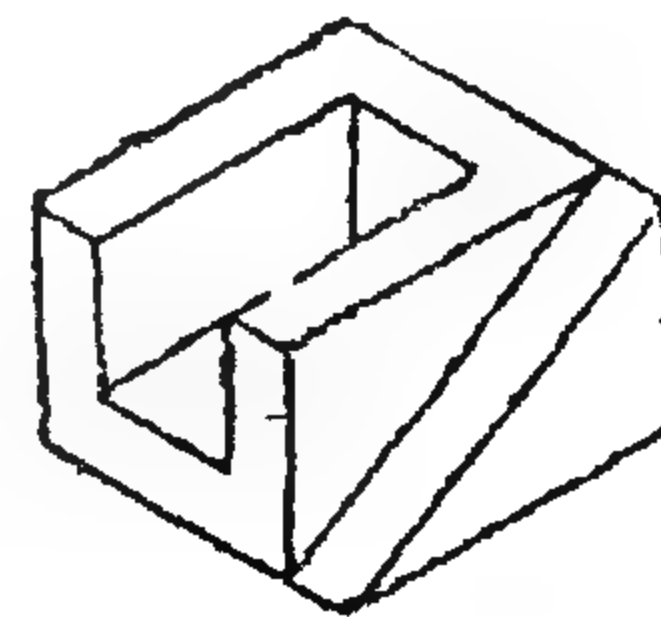
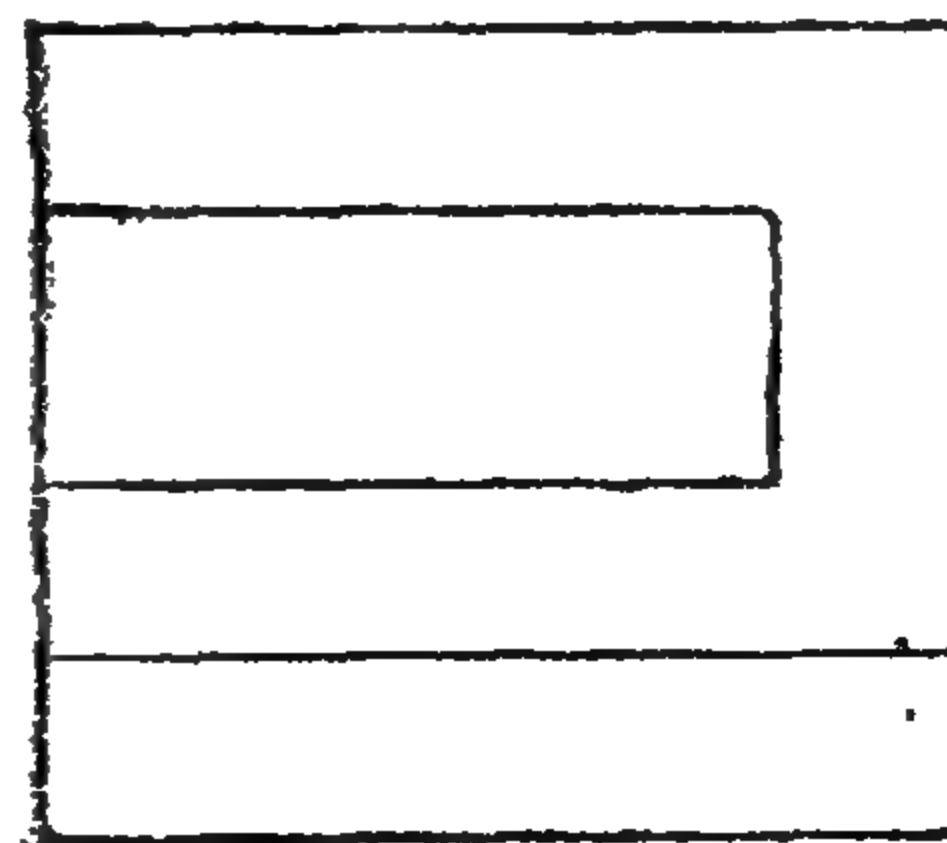
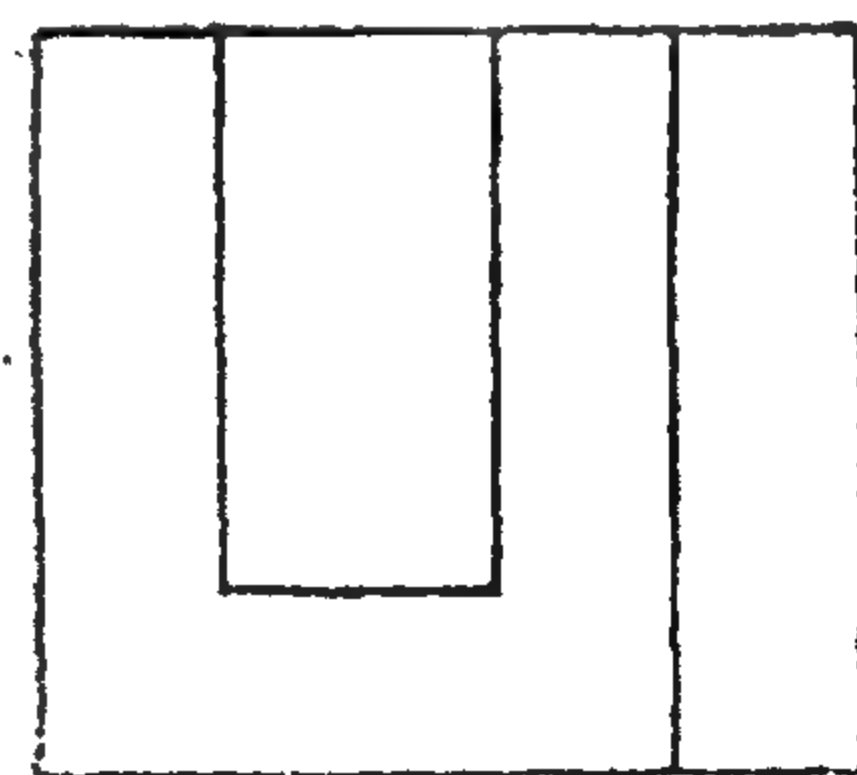
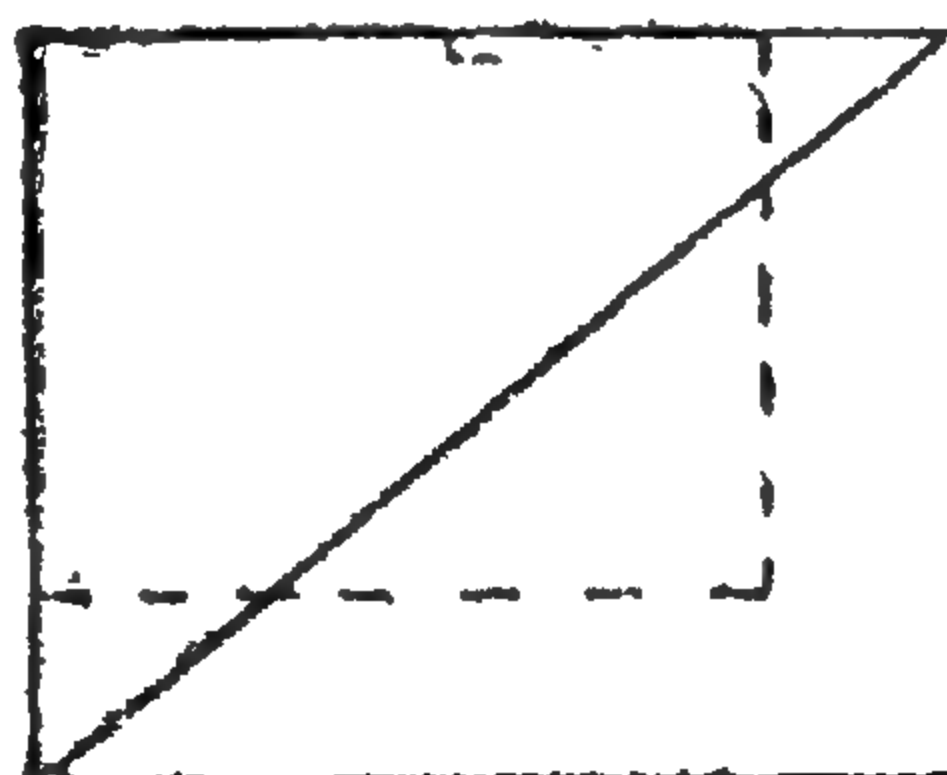
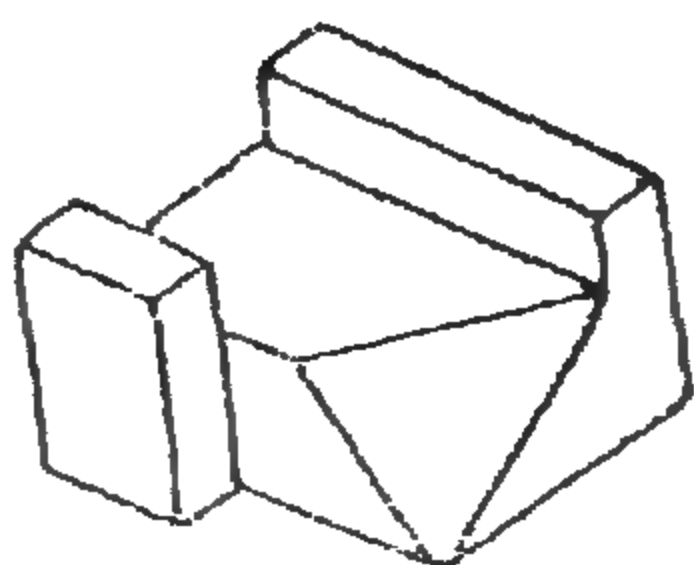
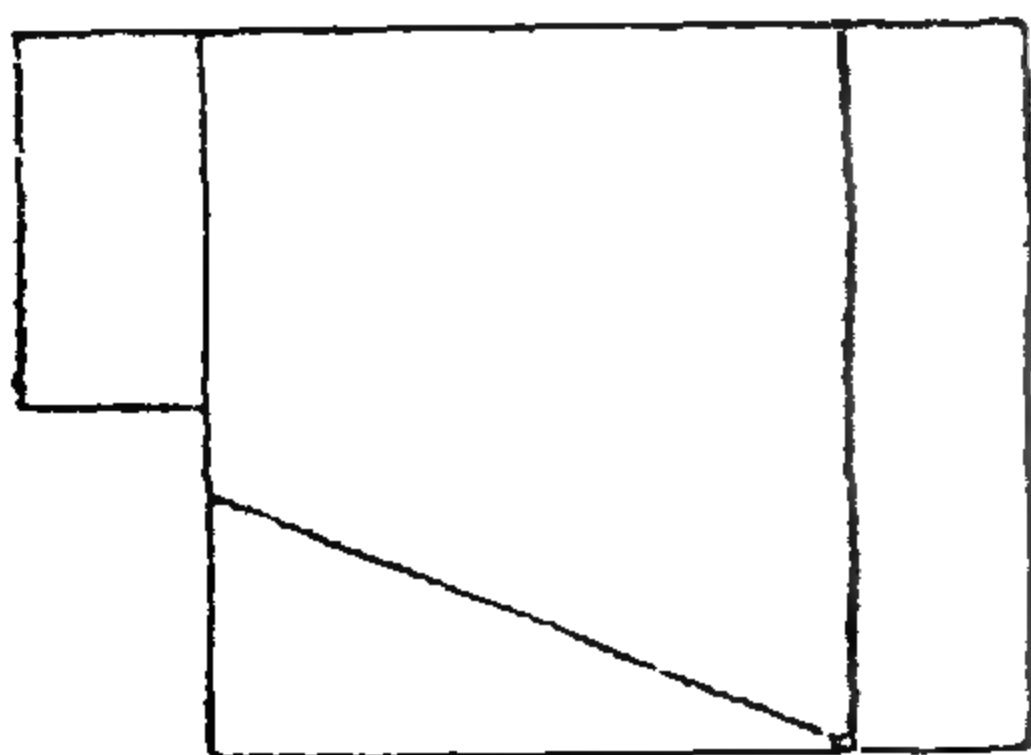
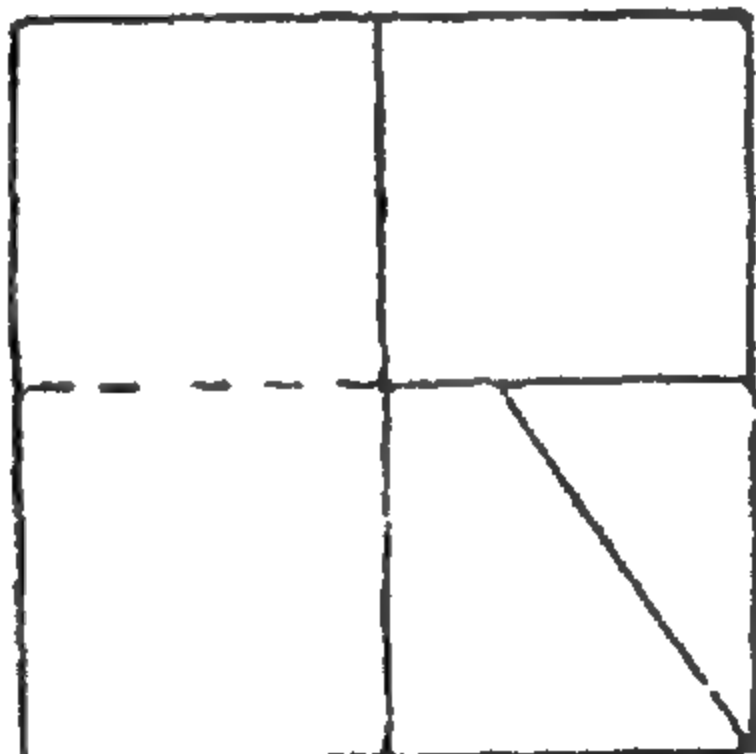
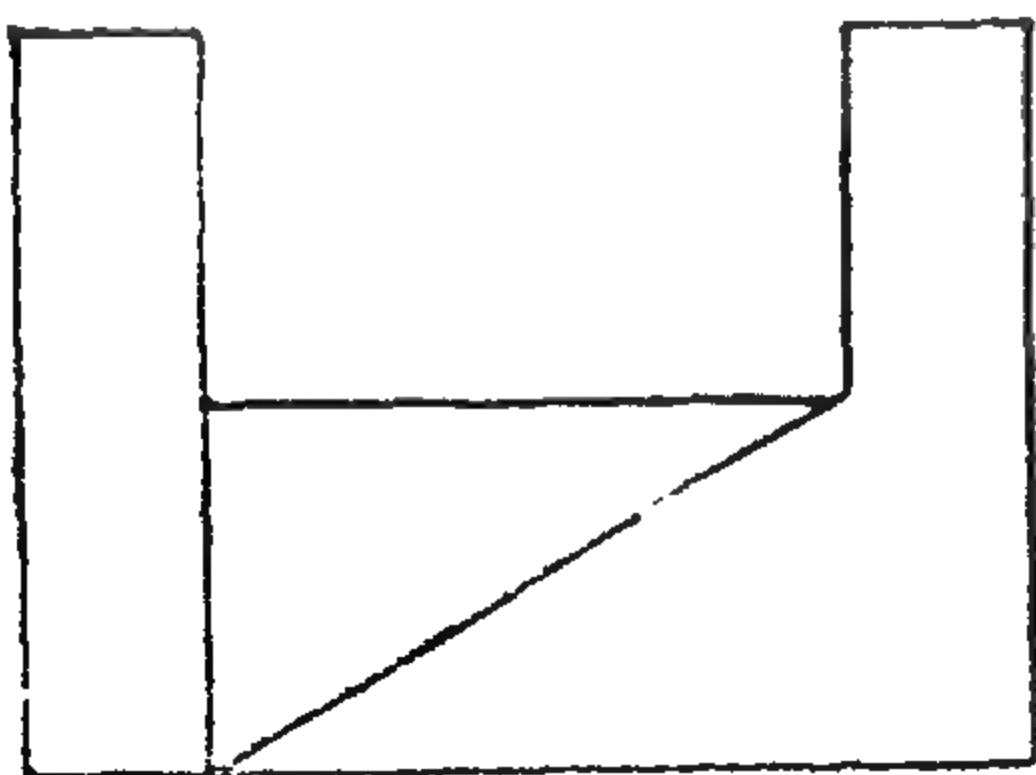
44

43



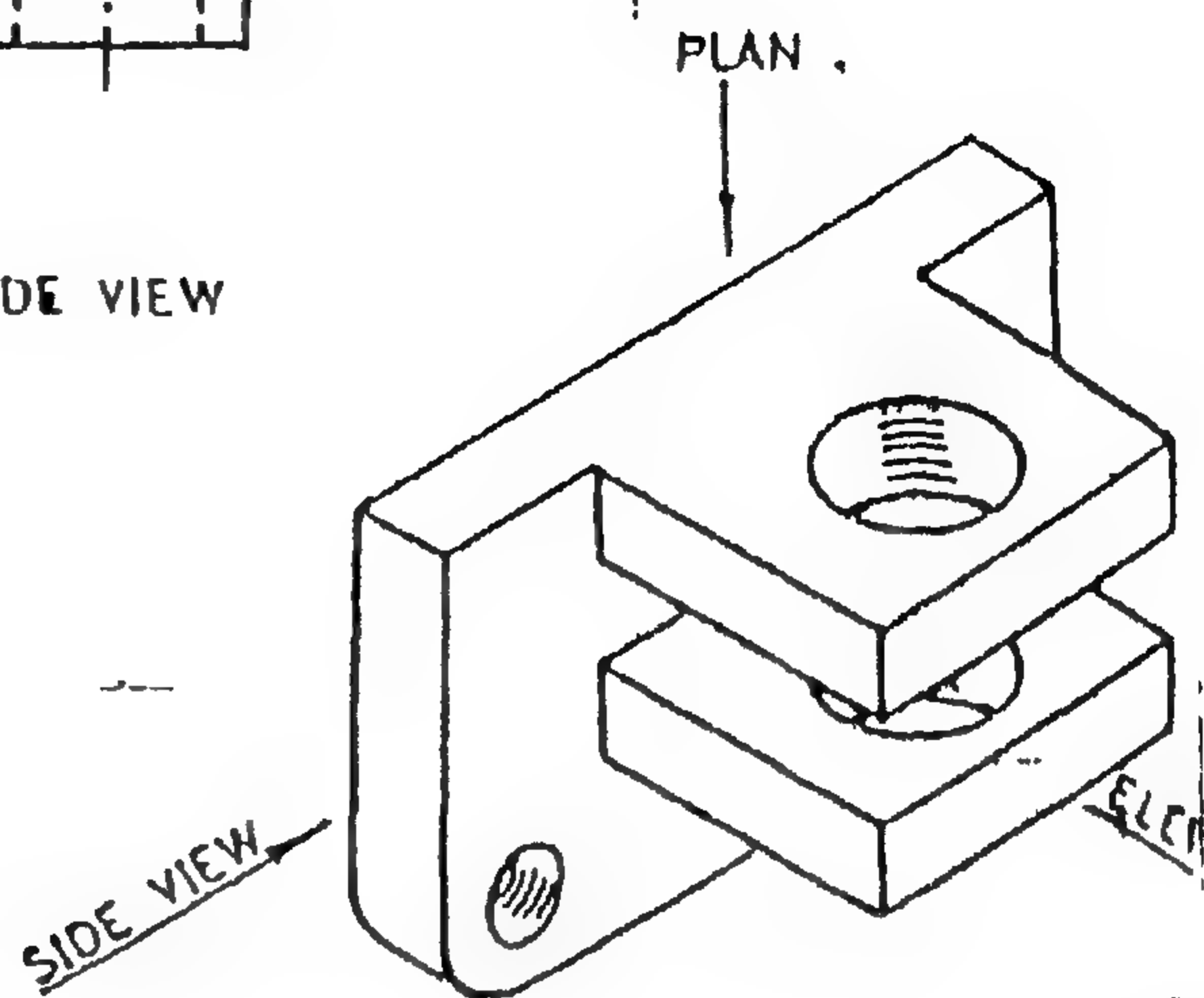
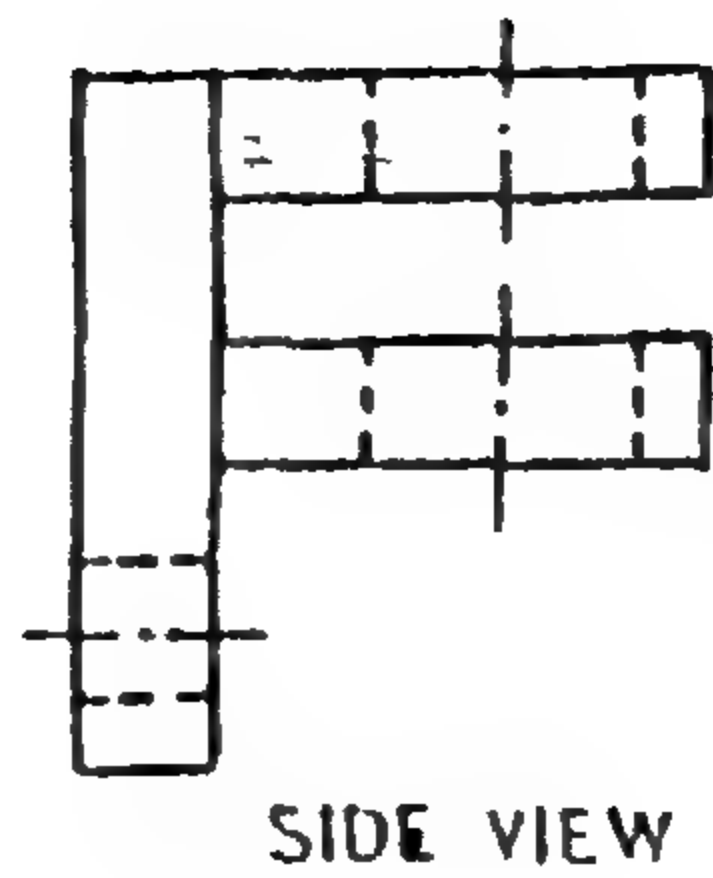
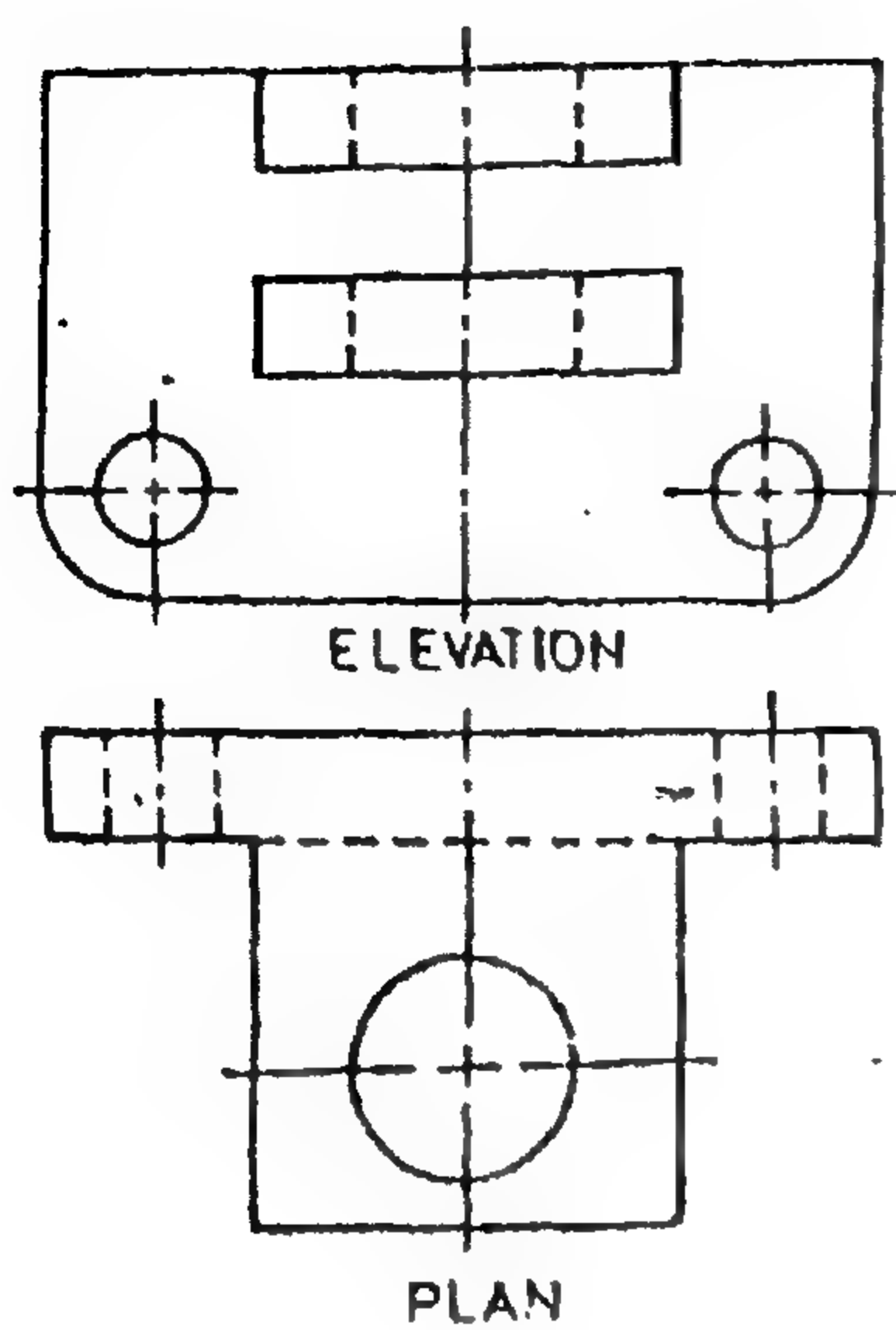
46

45

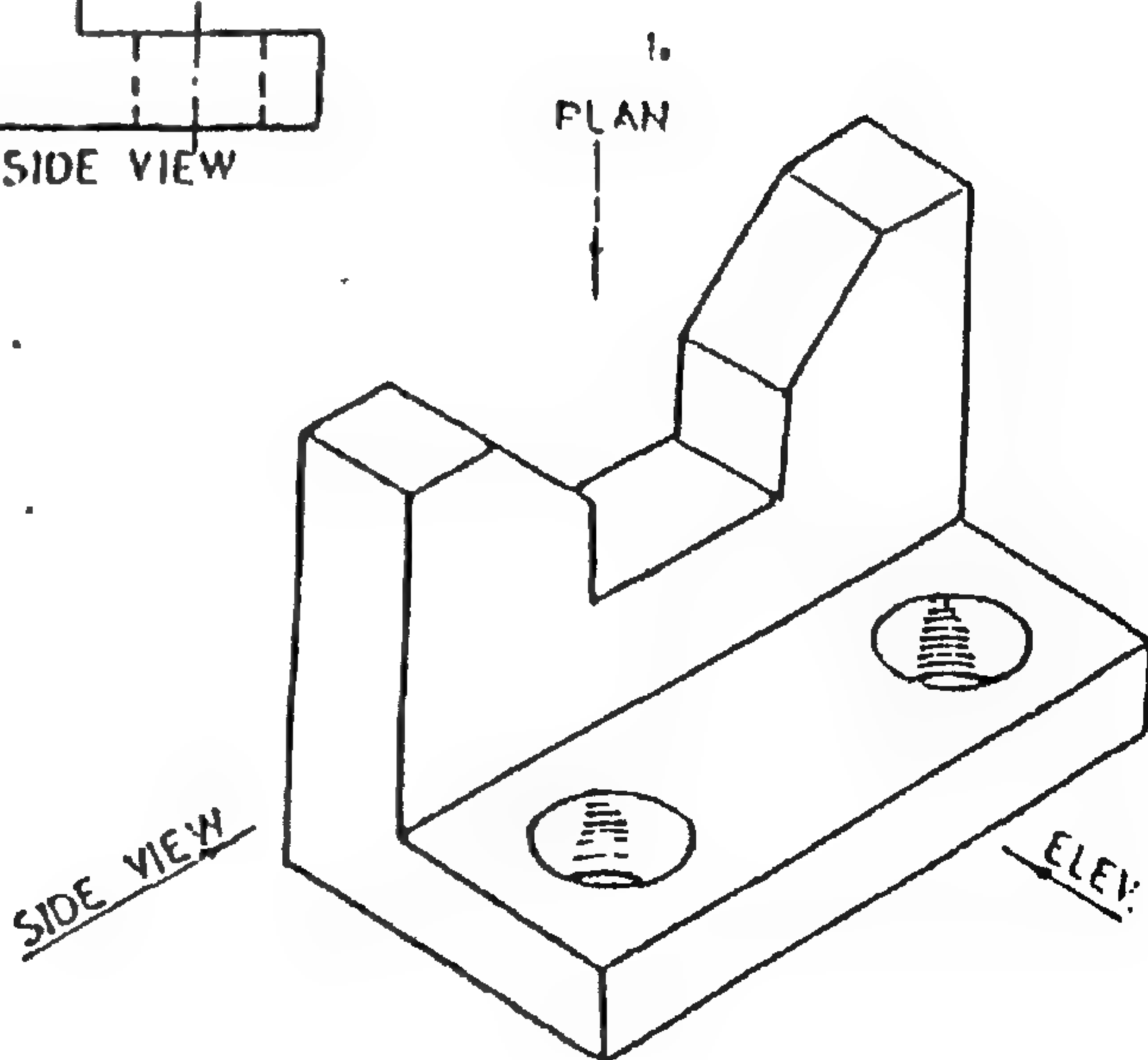
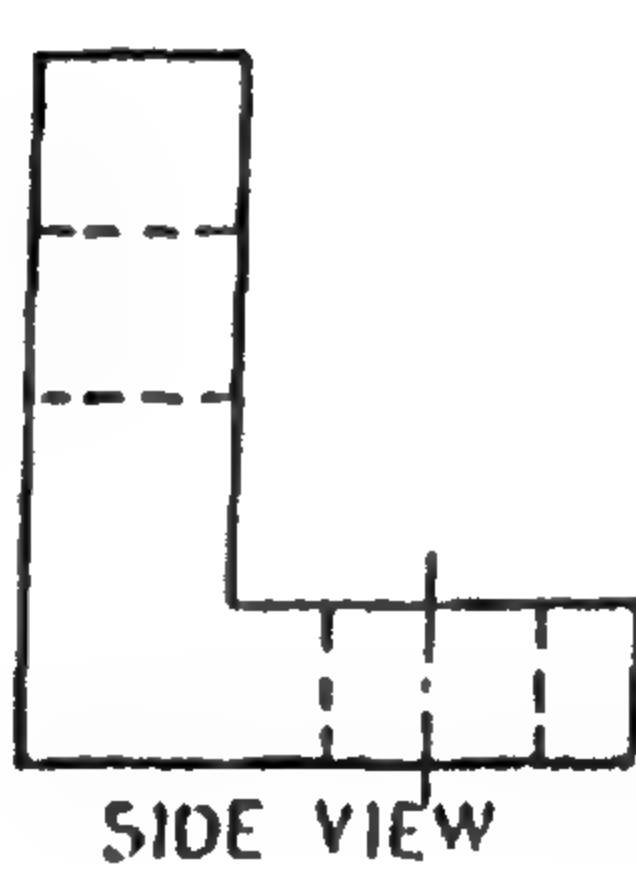
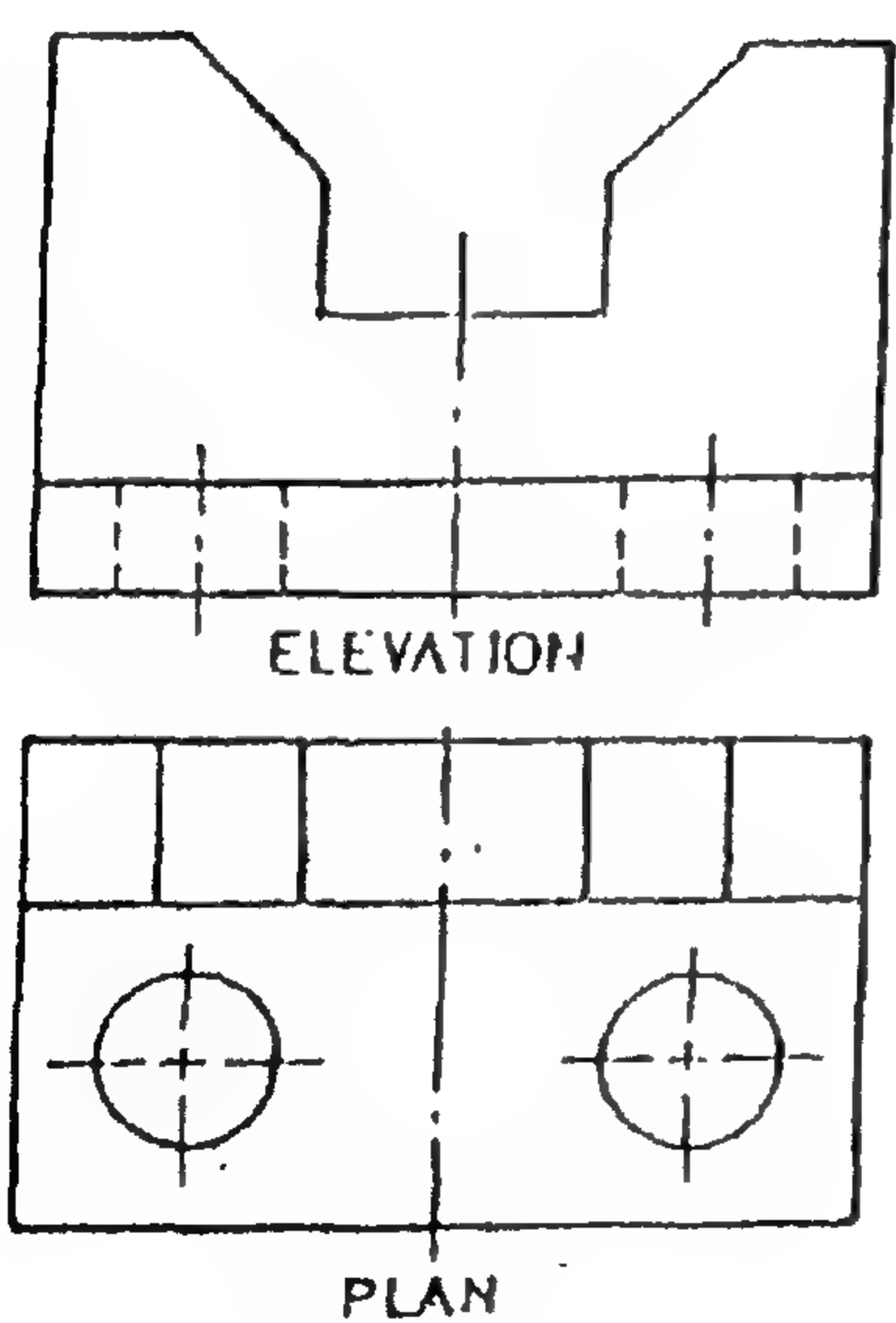


48

47



49

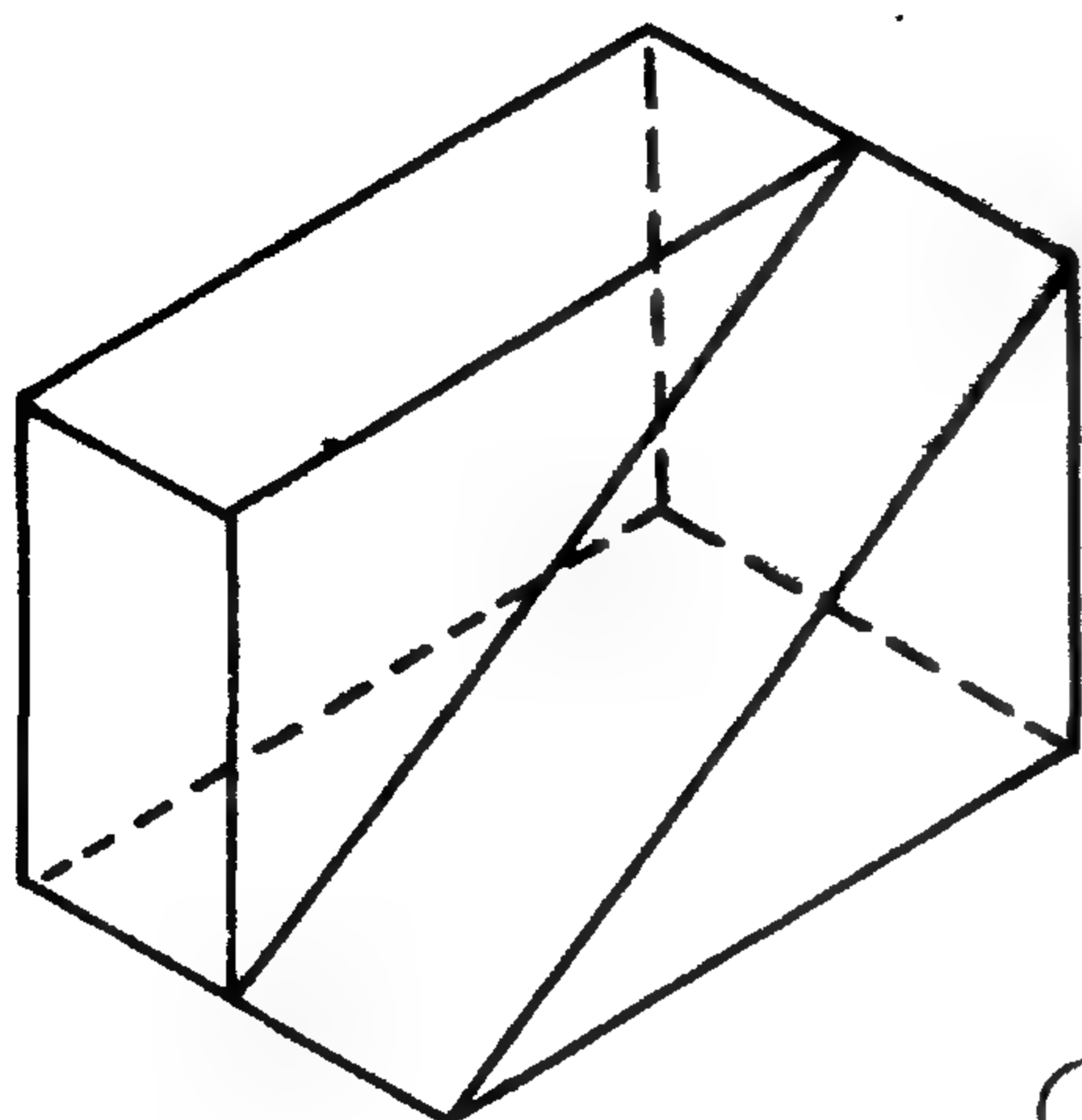


1.9

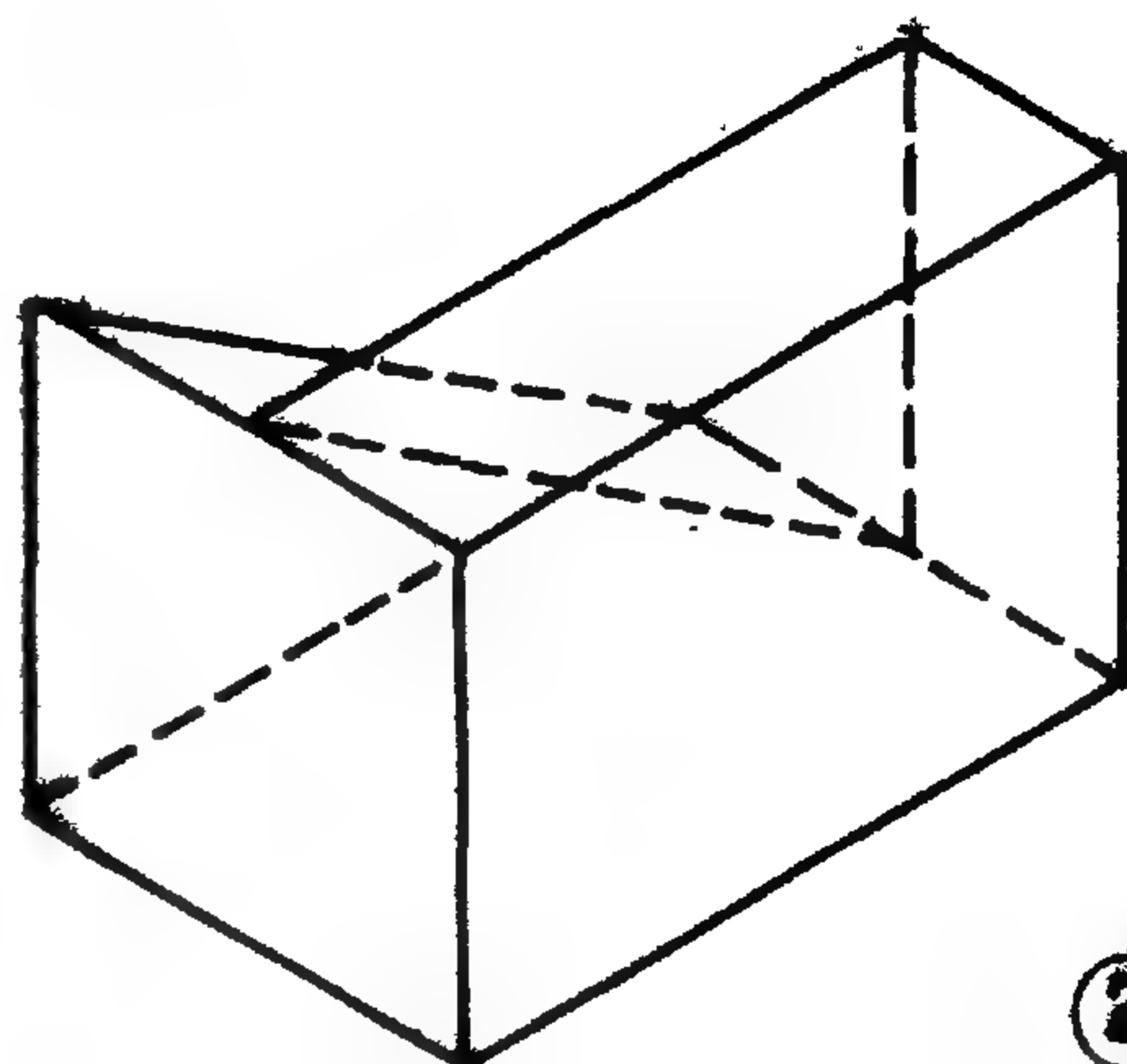
50

تمارين على الباب الثالث

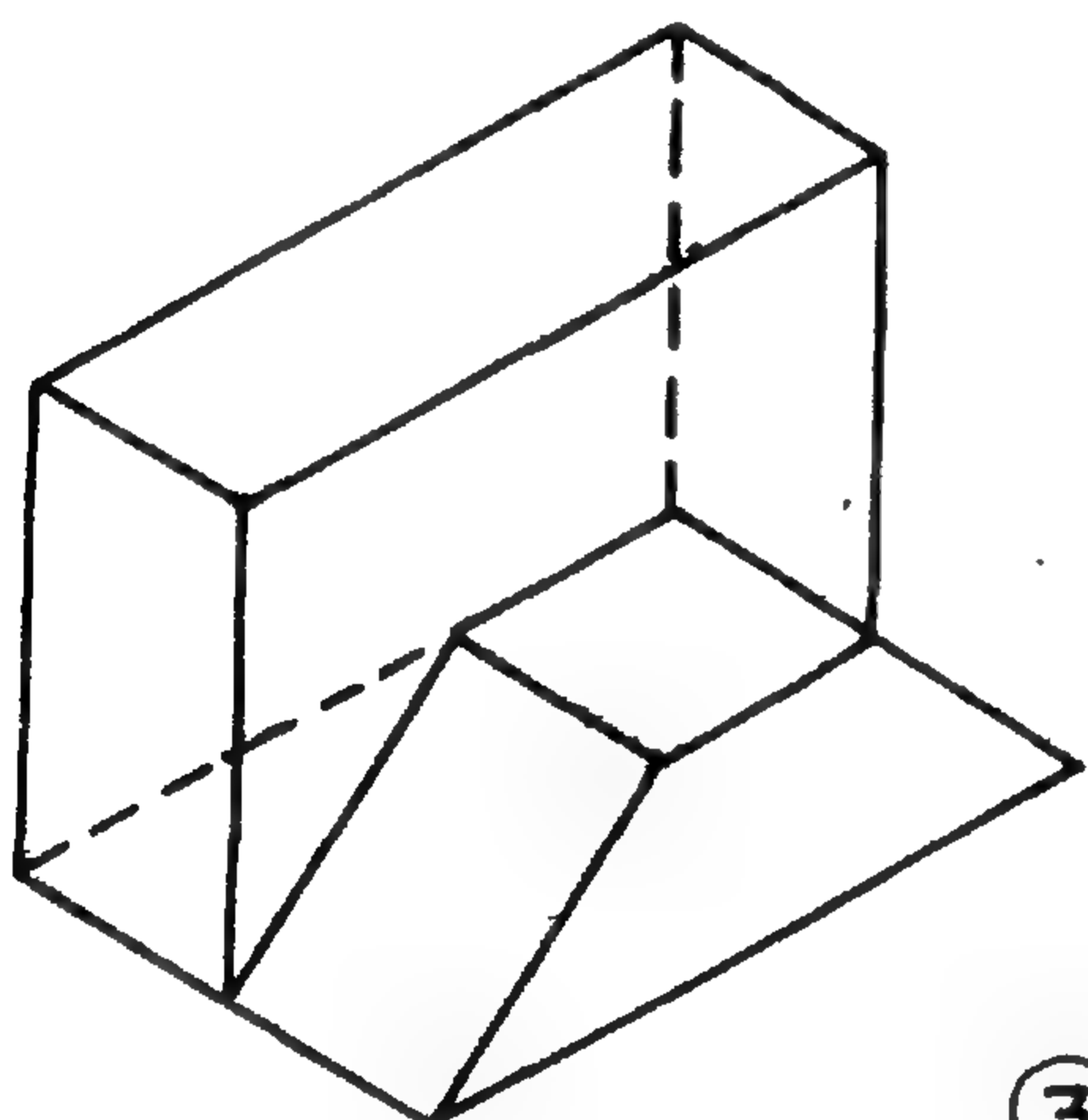
تقرین (۱)



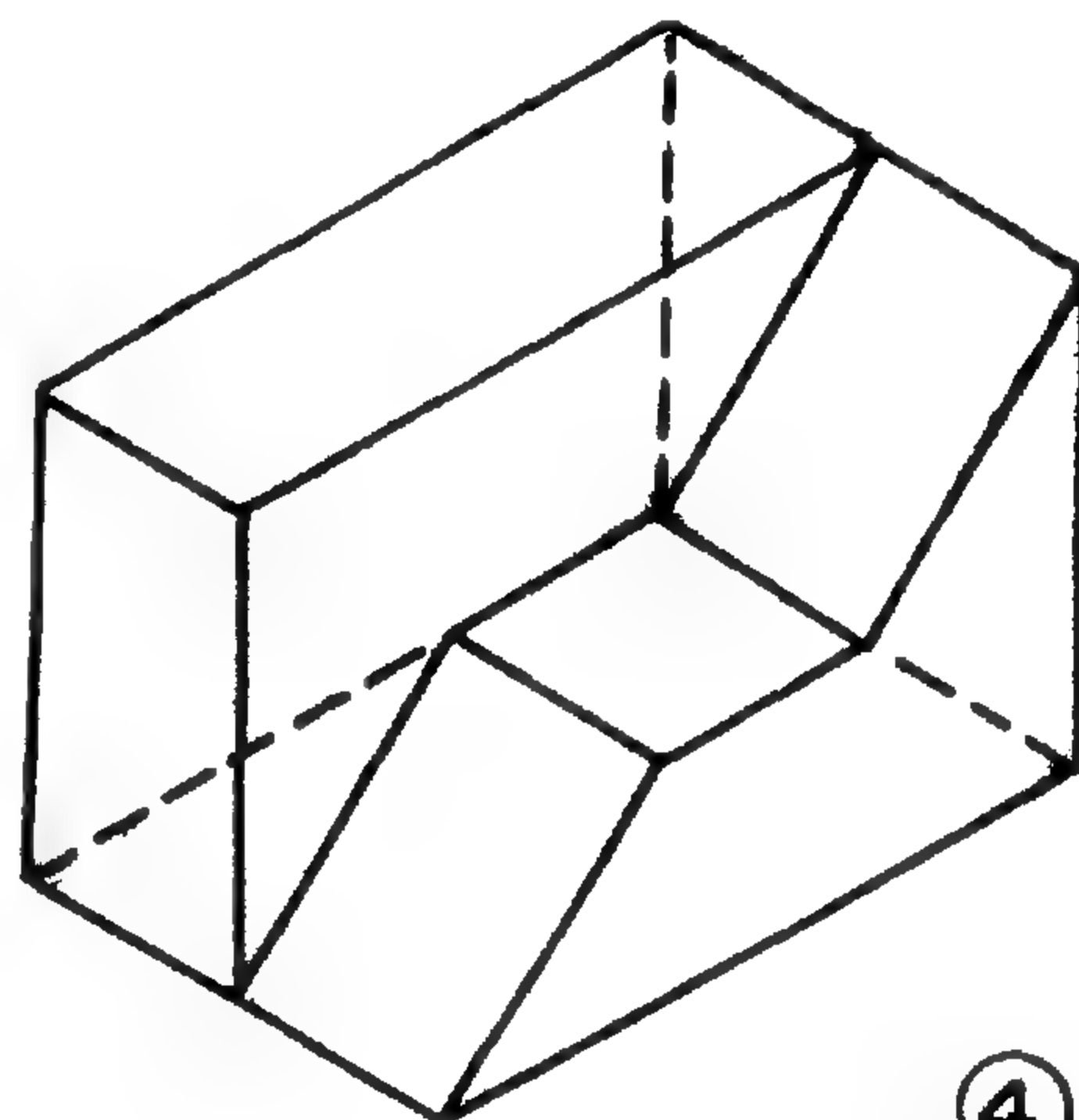
①



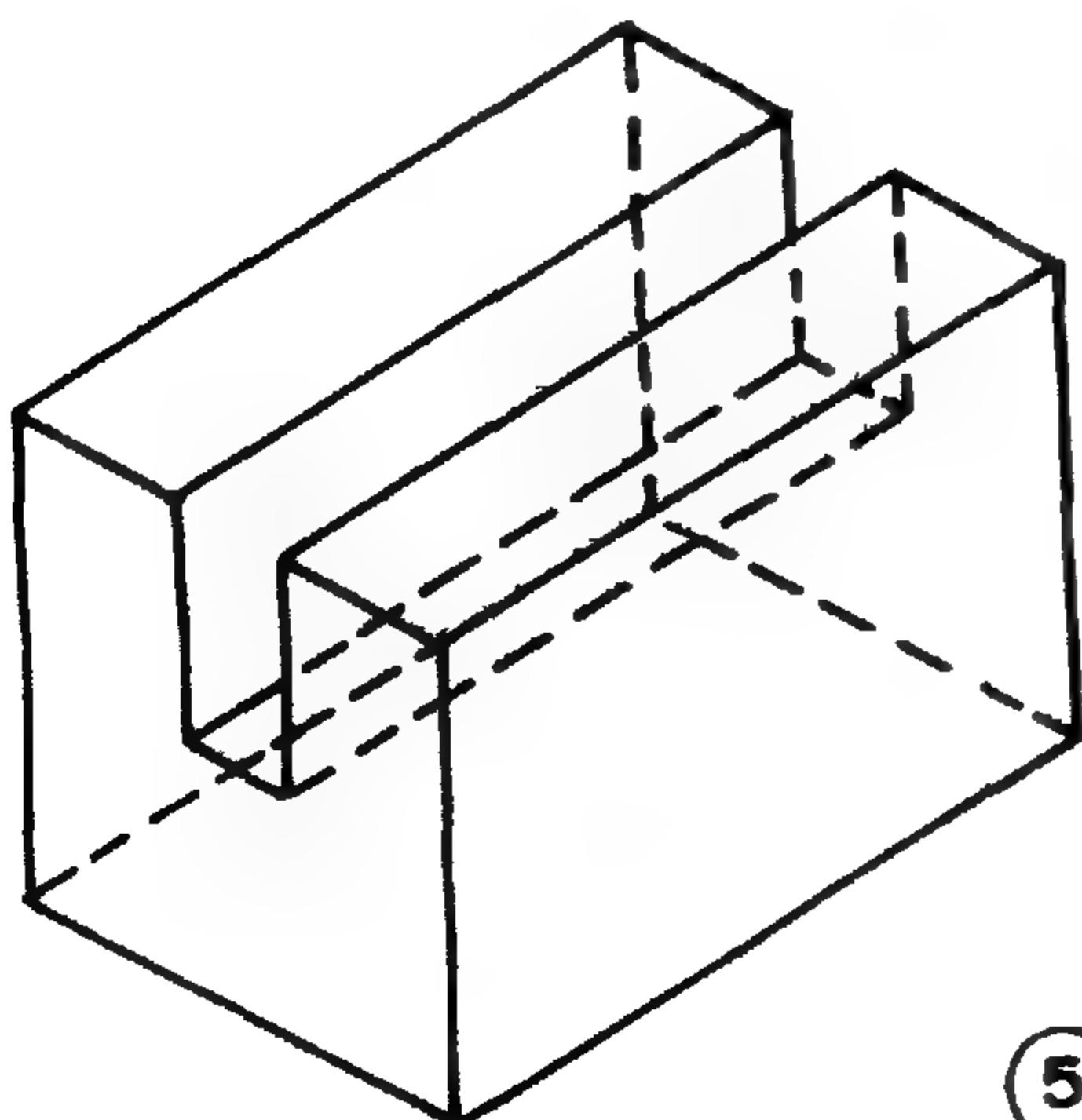
②



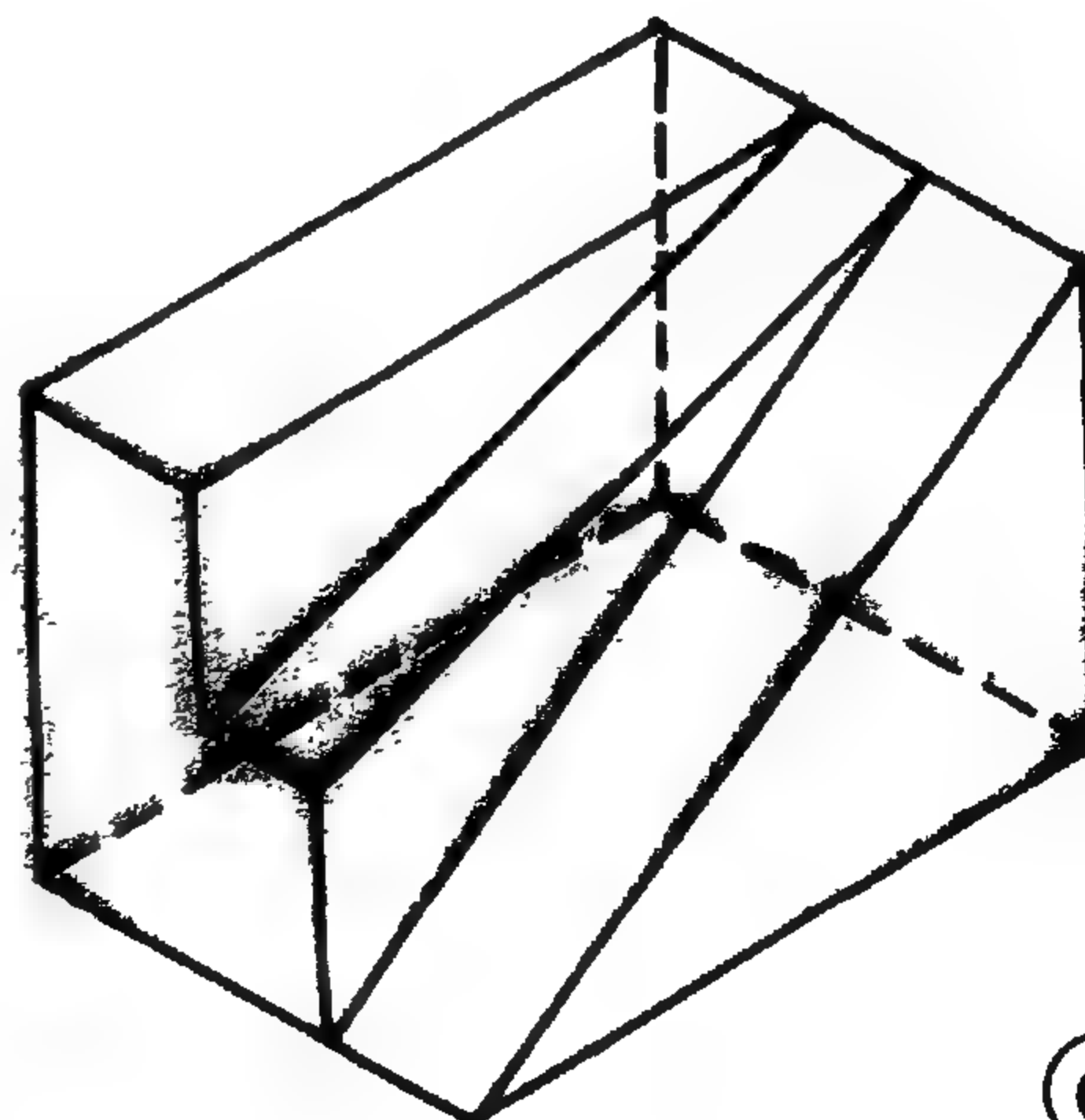
③



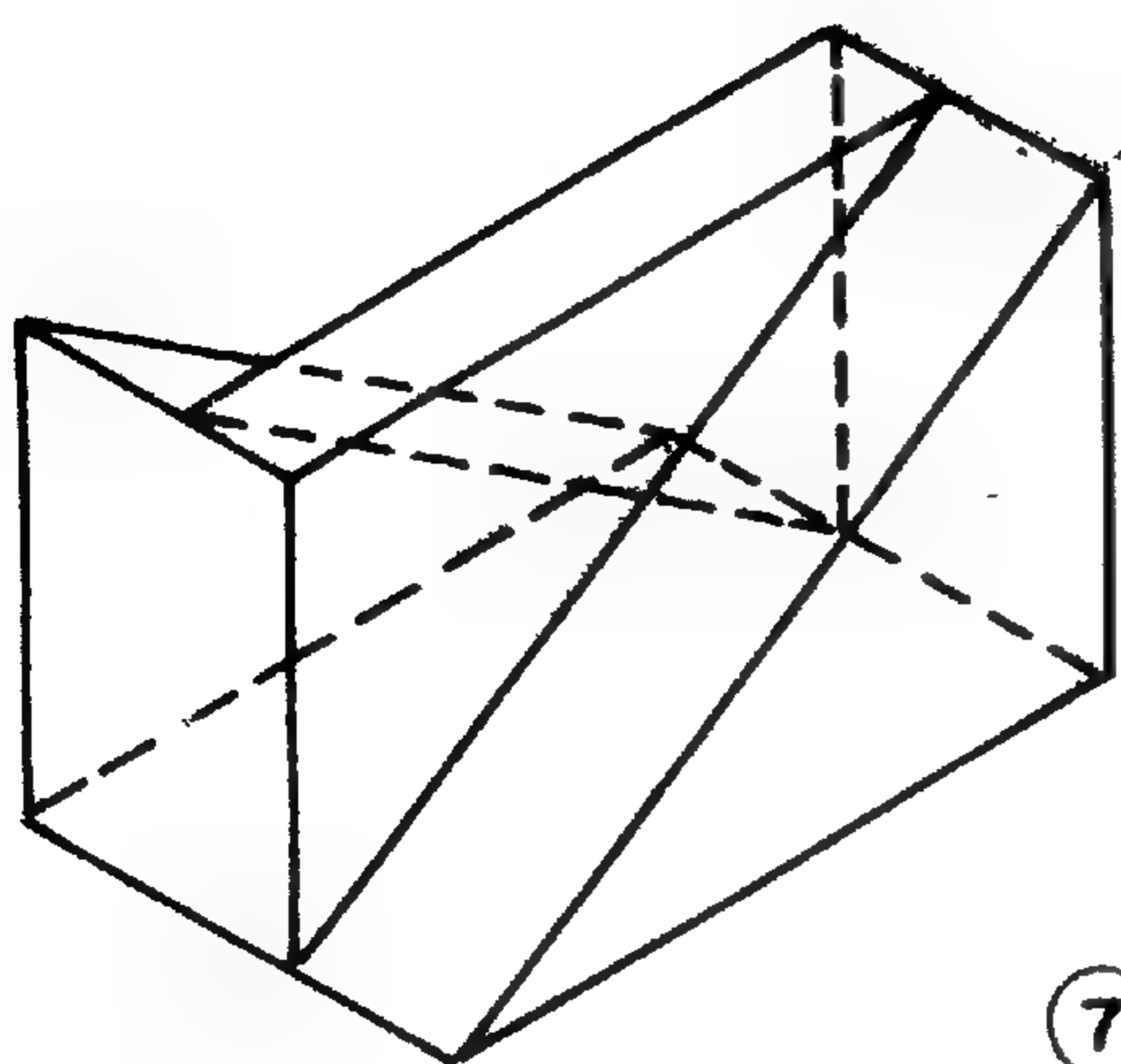
④



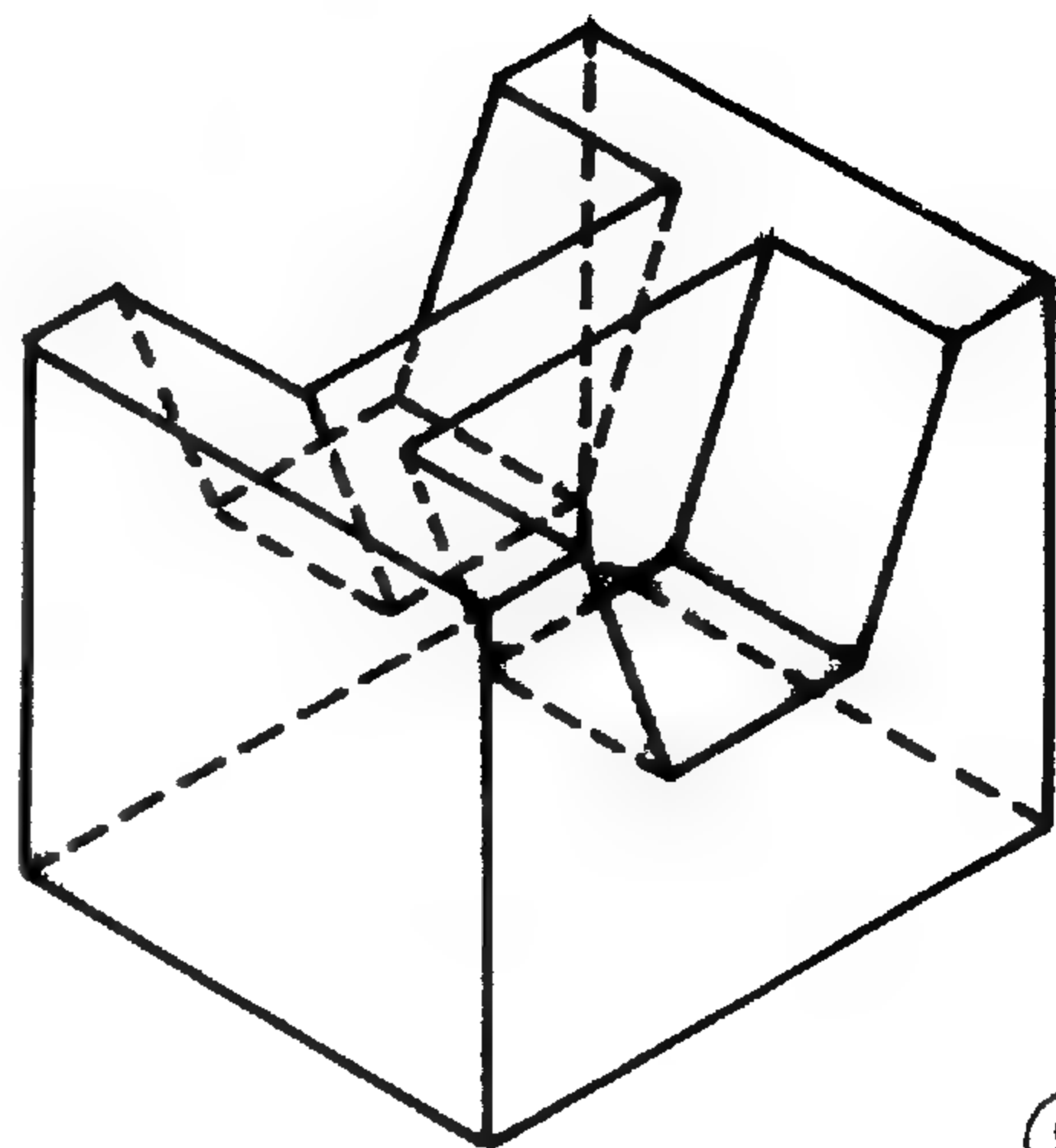
⑤



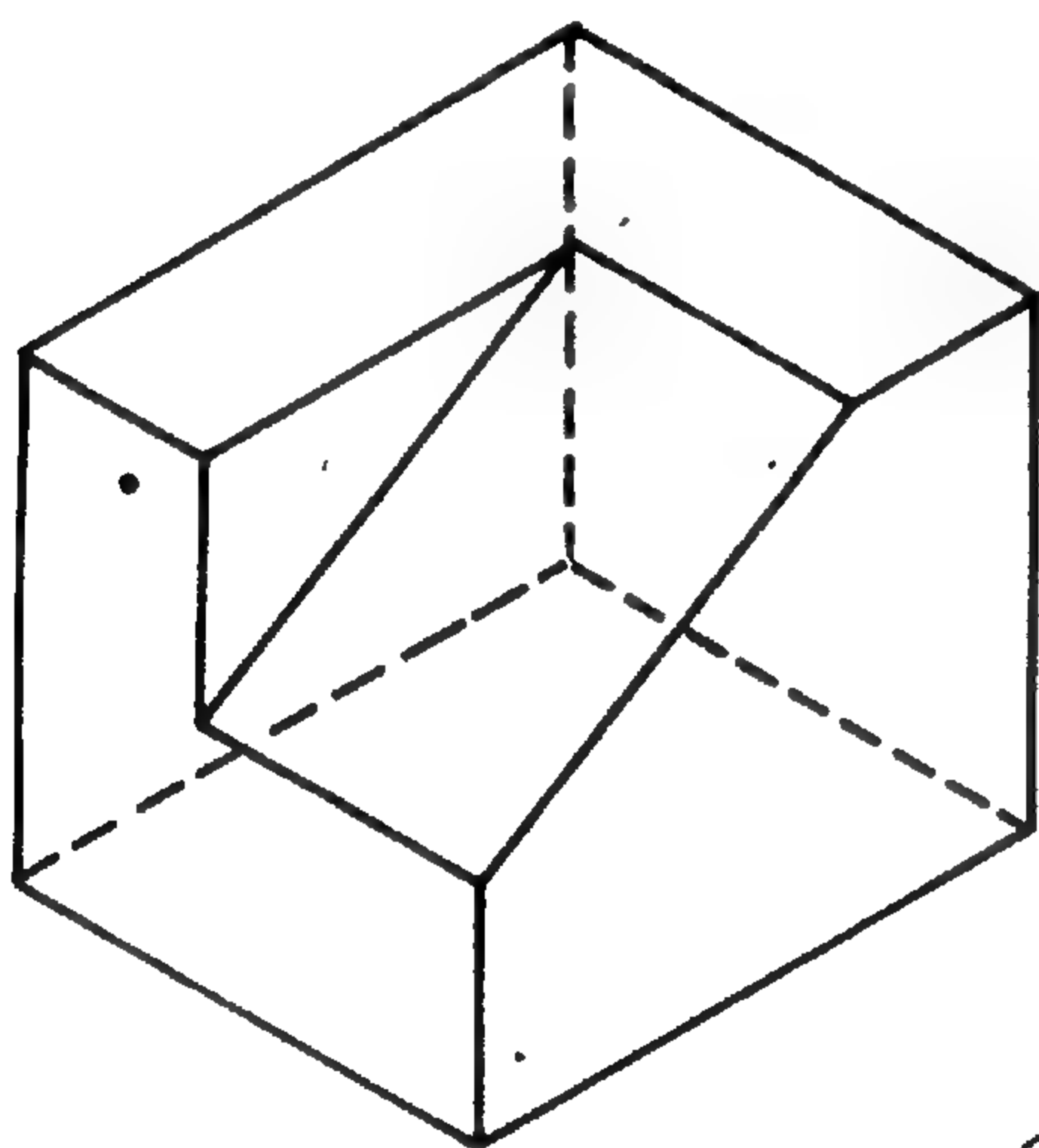
⑥



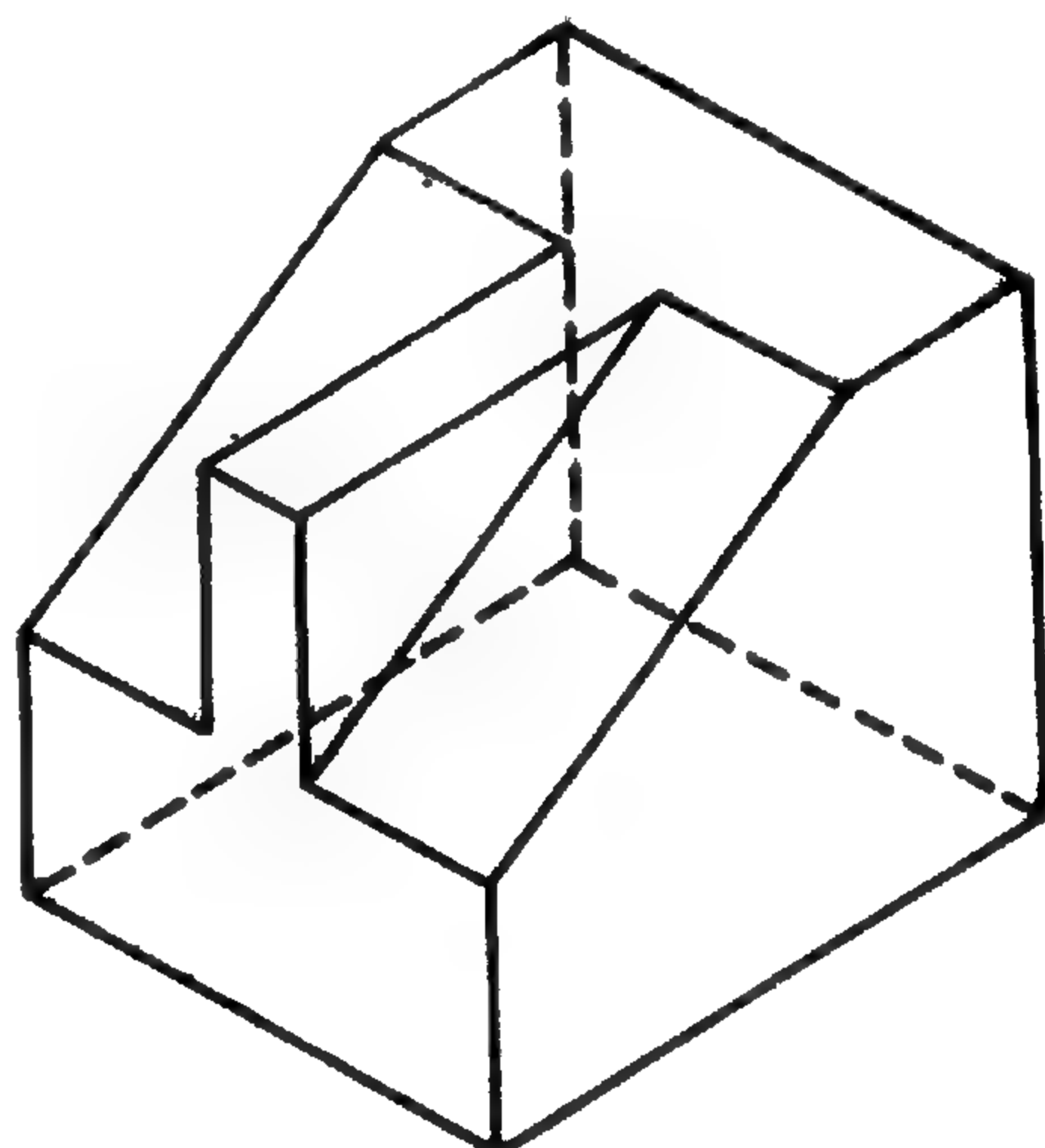
7



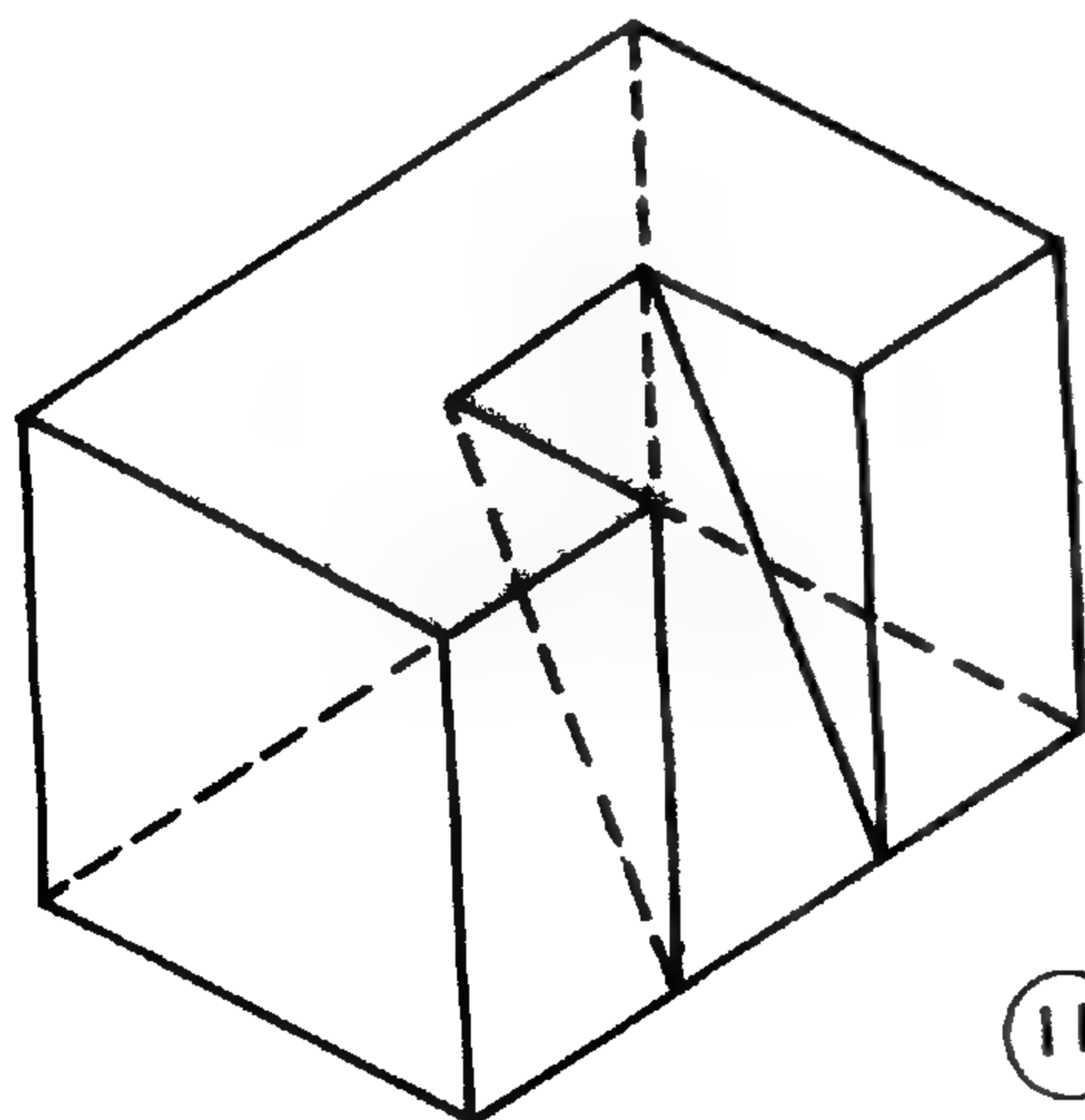
8



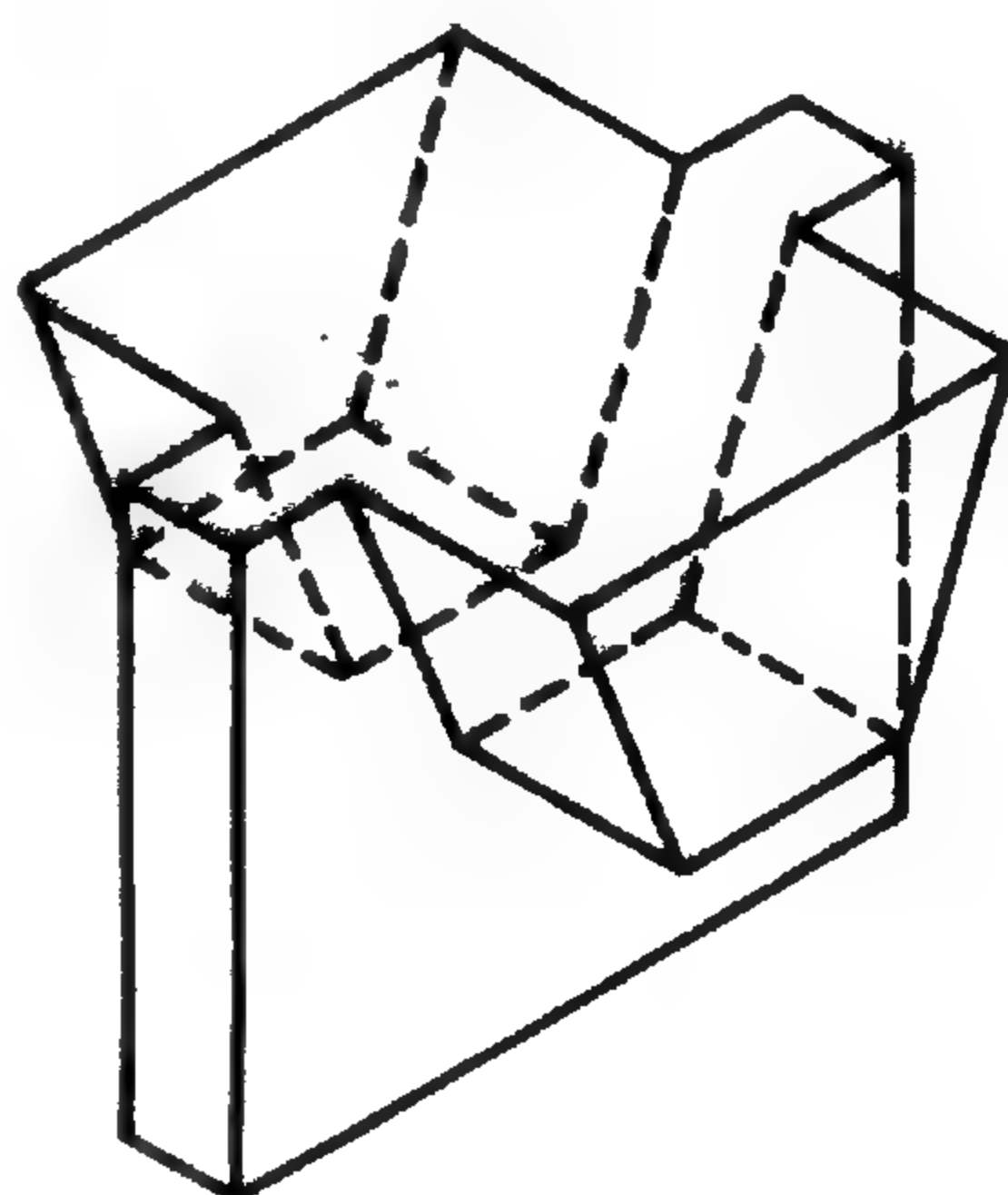
9



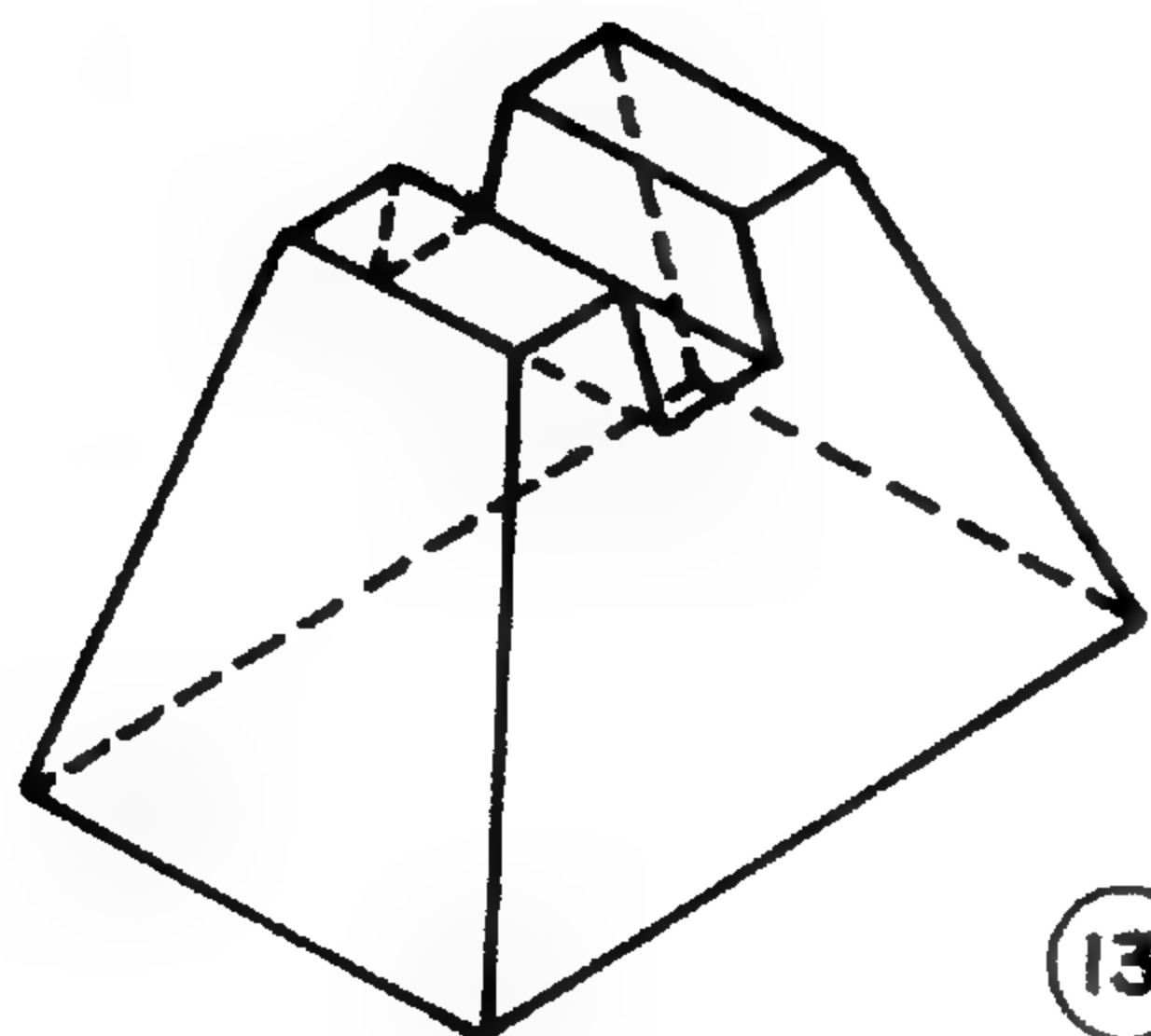
10



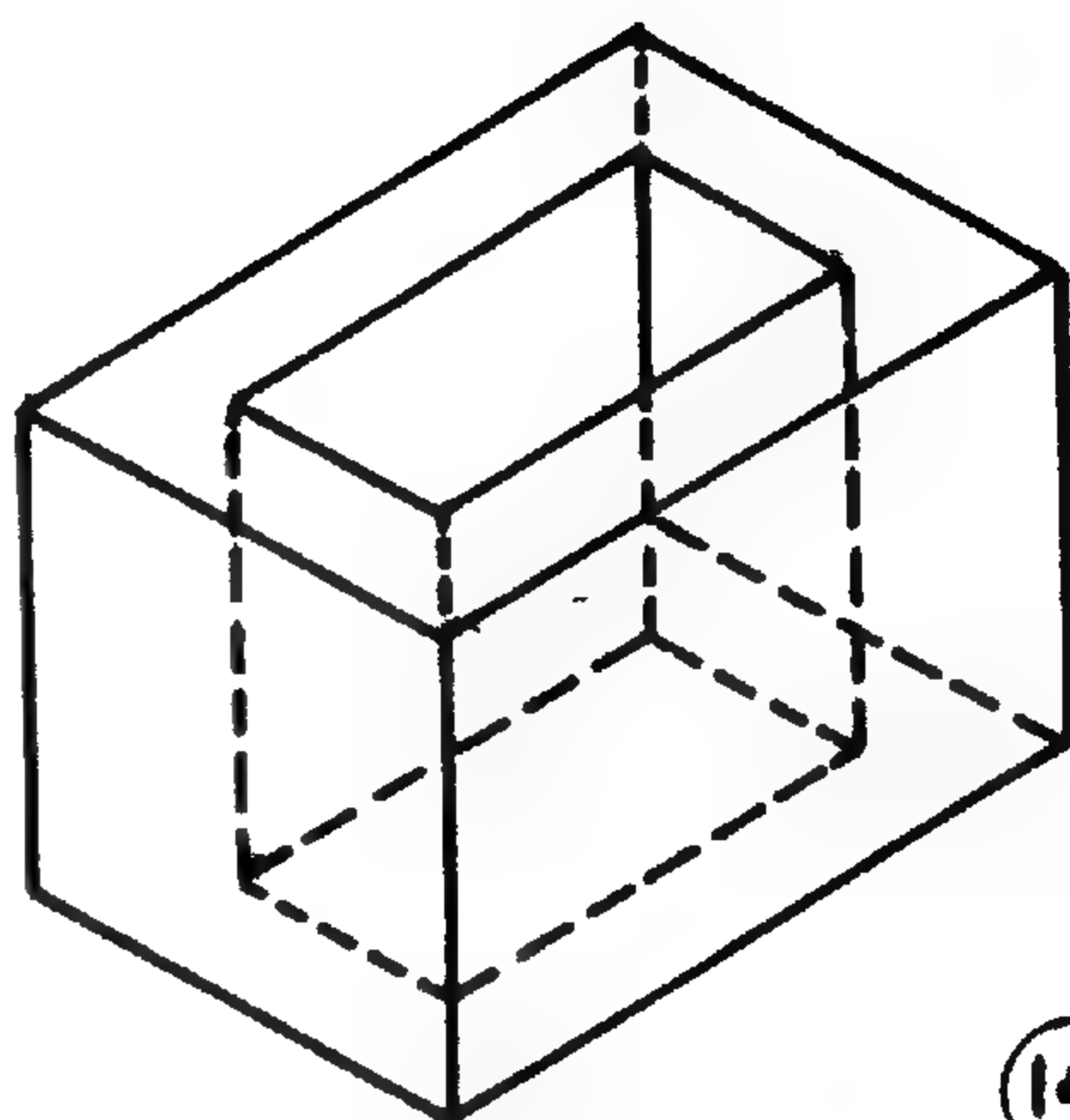
11



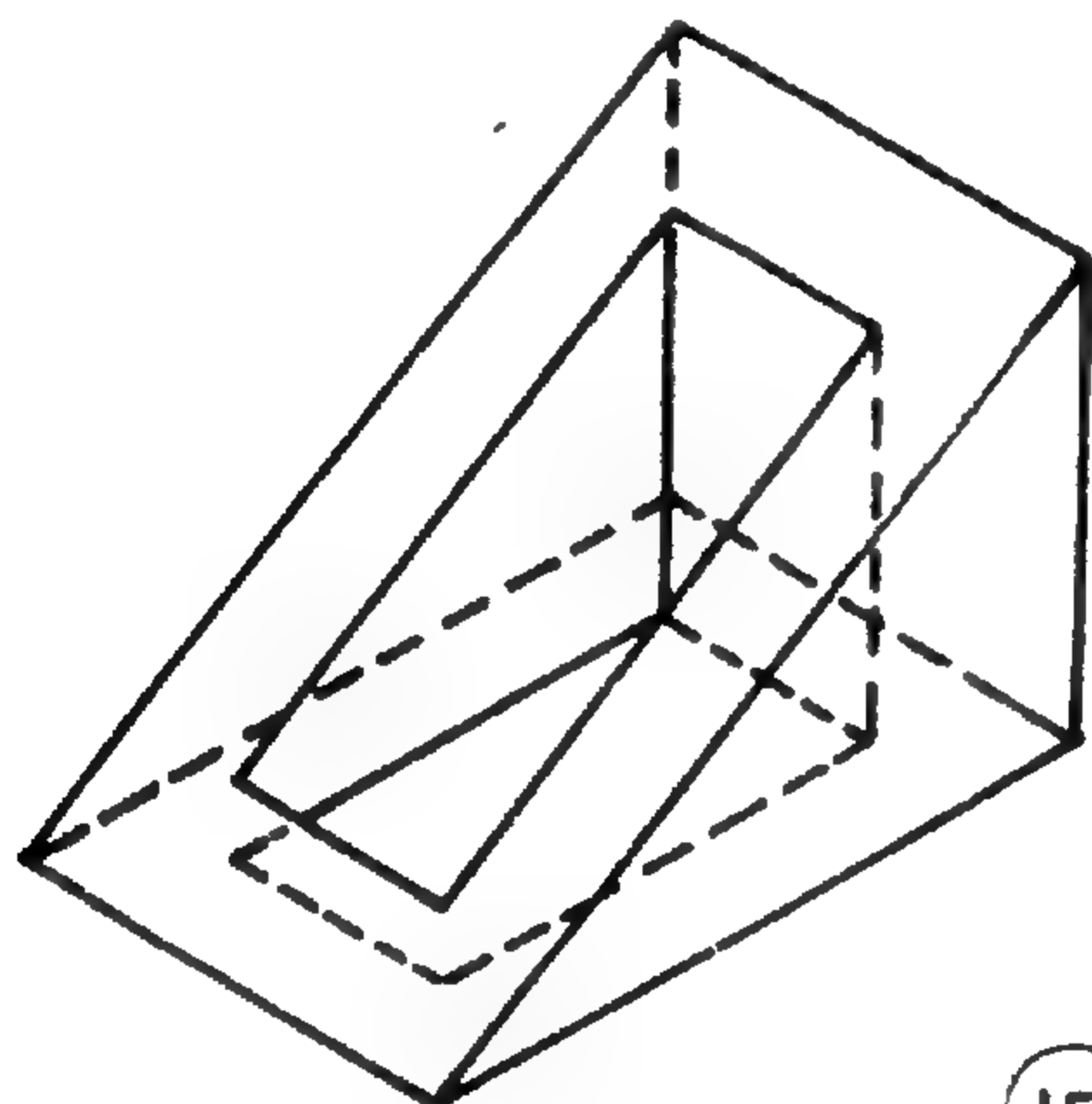
12



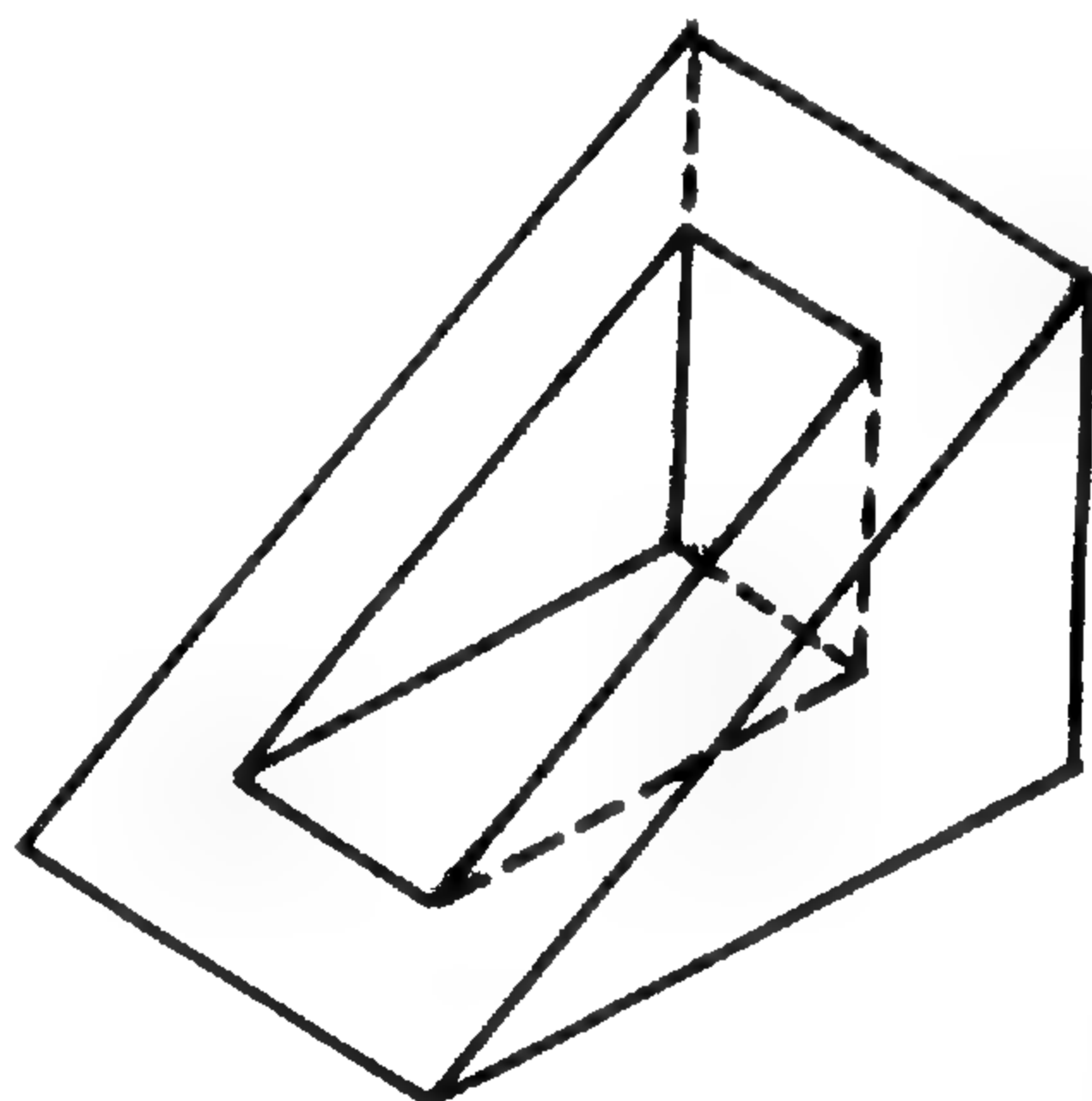
13



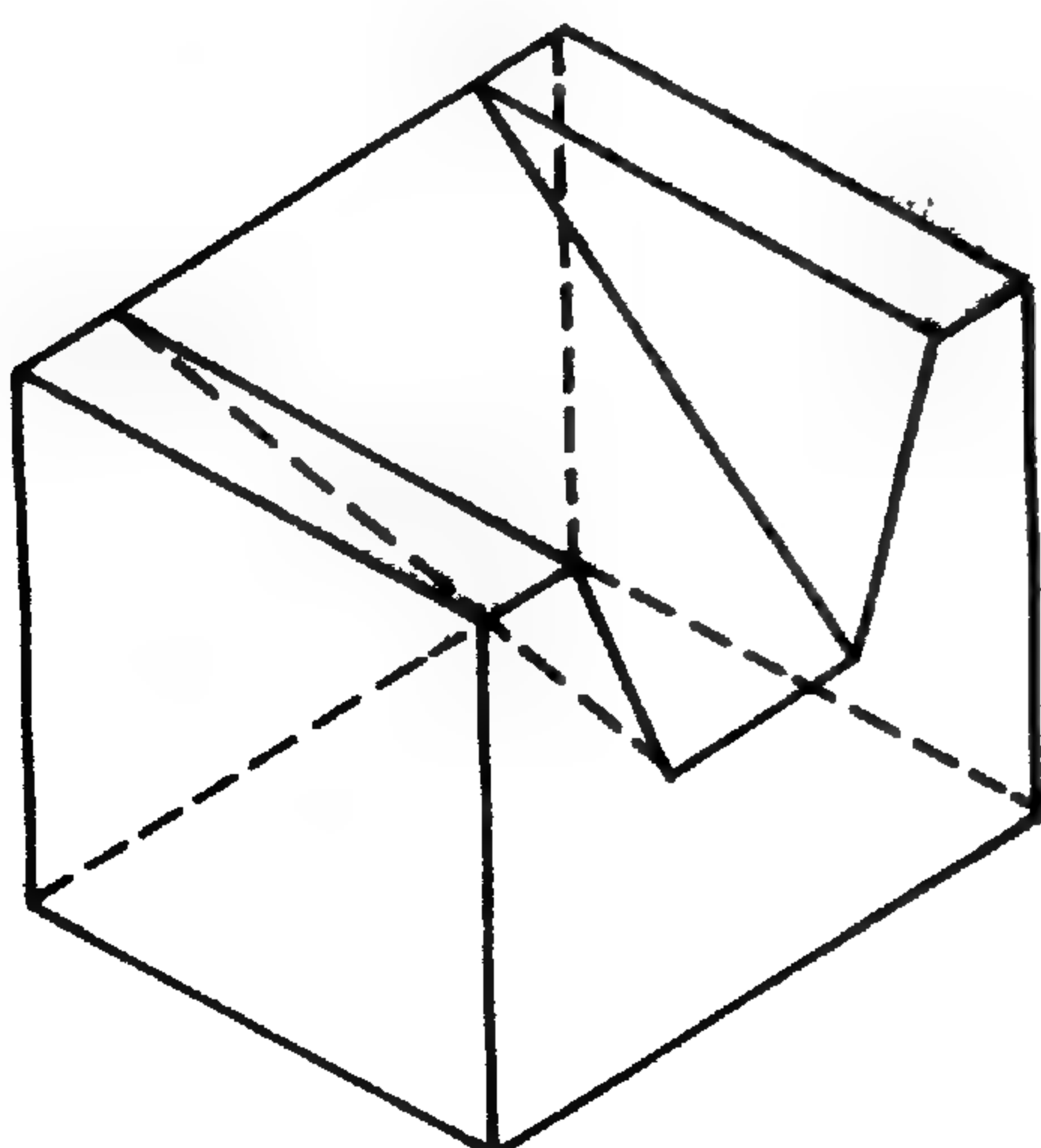
14



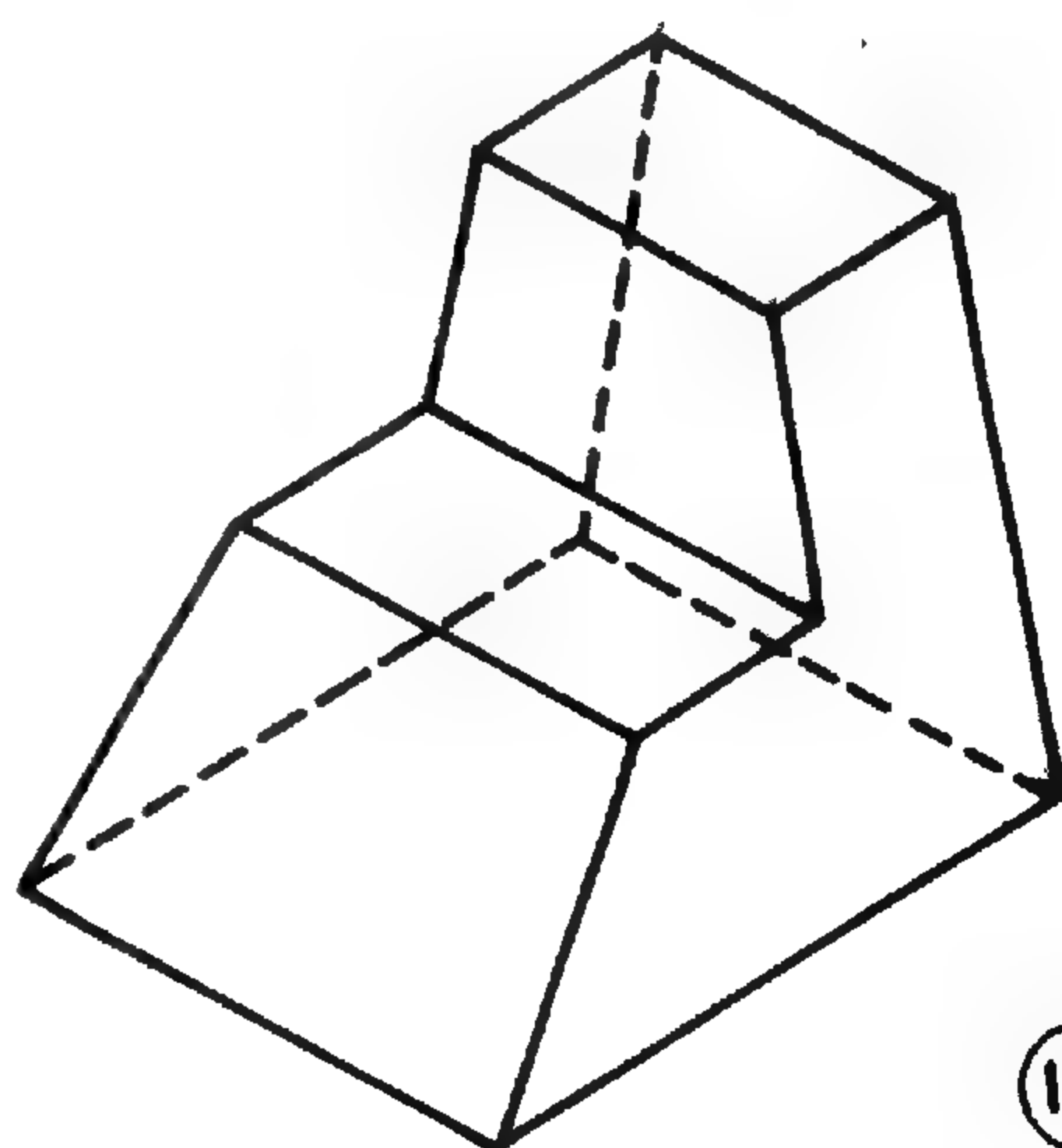
15



16



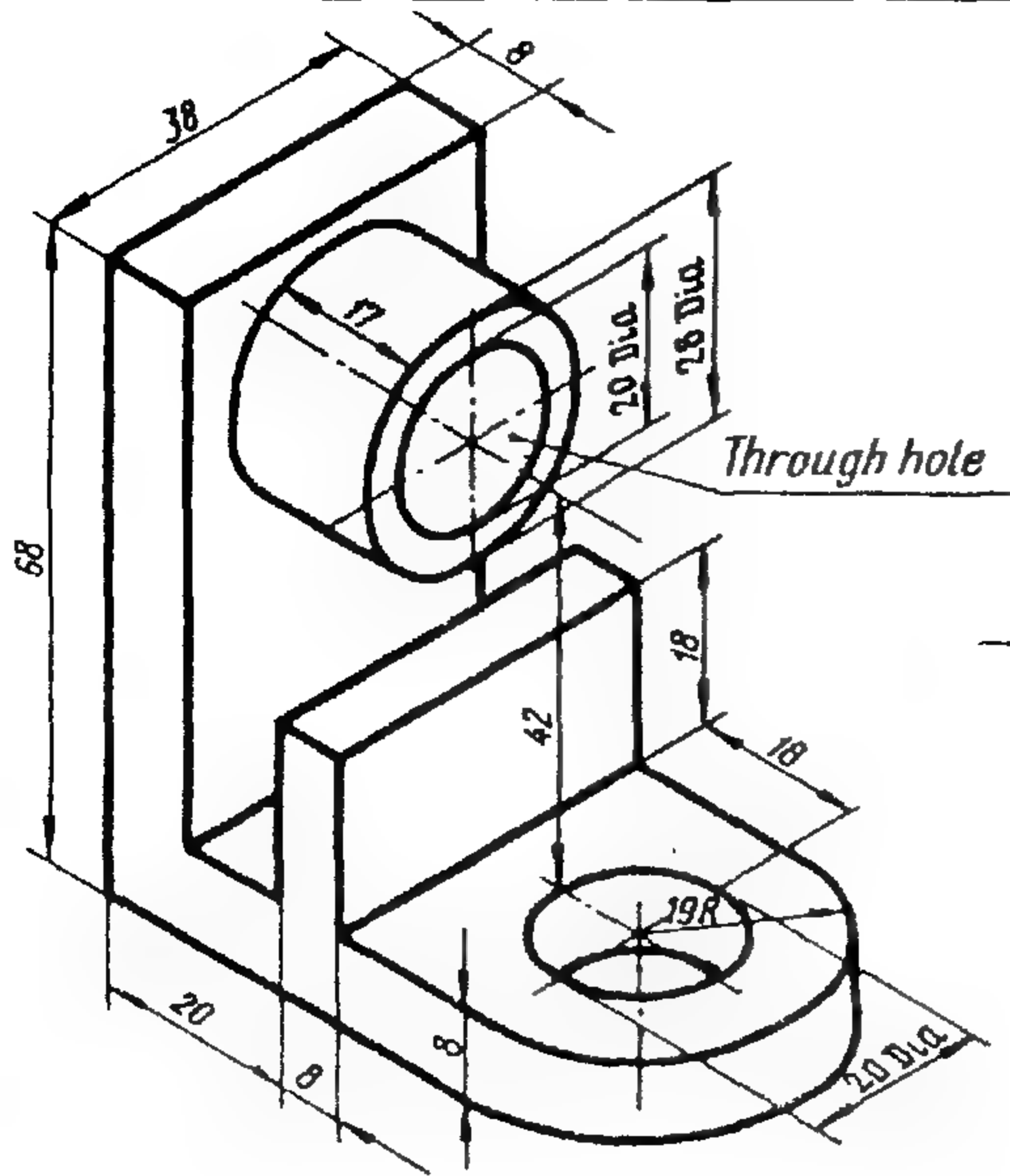
17



18

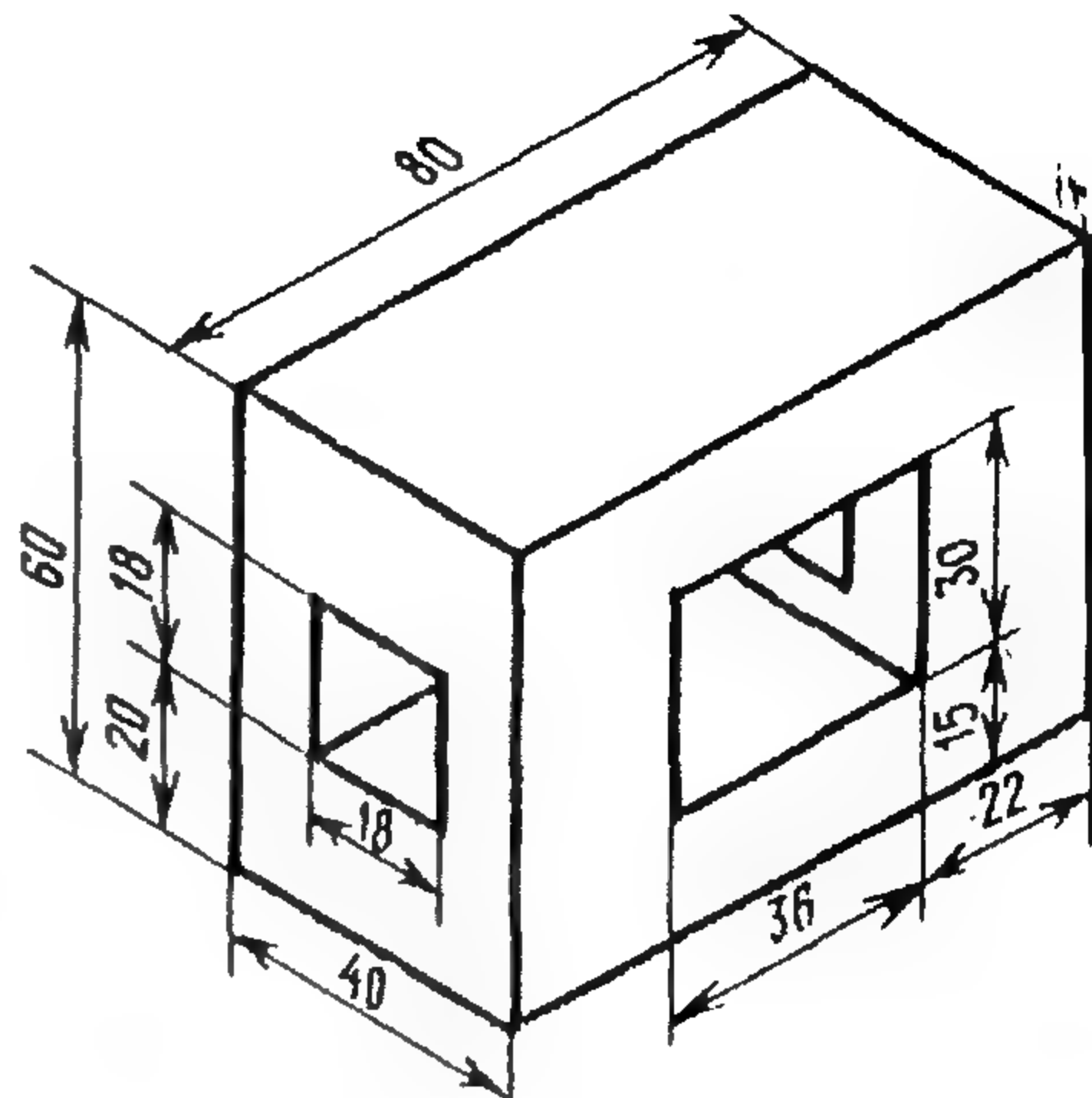
تقرین (۲)



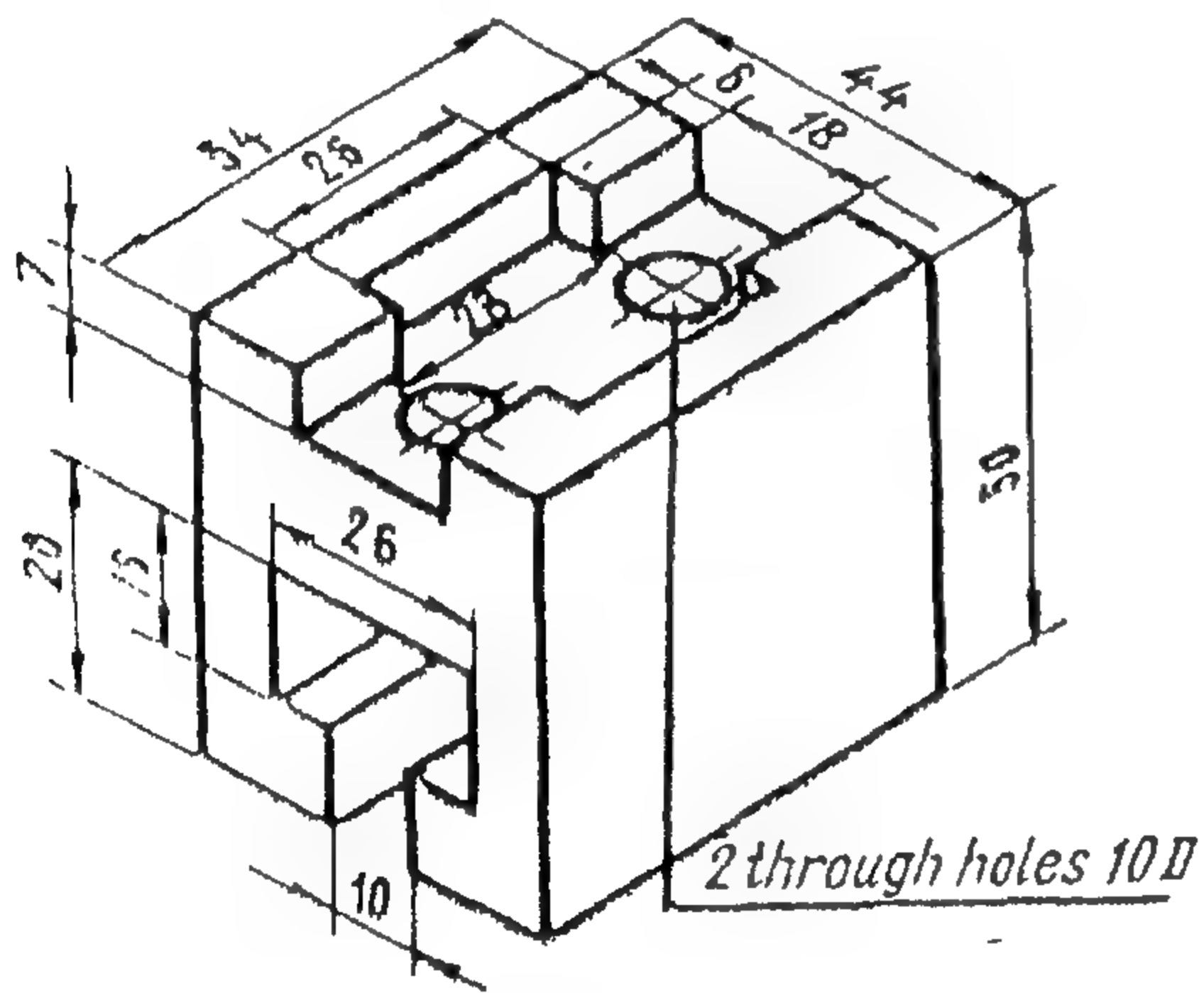


8

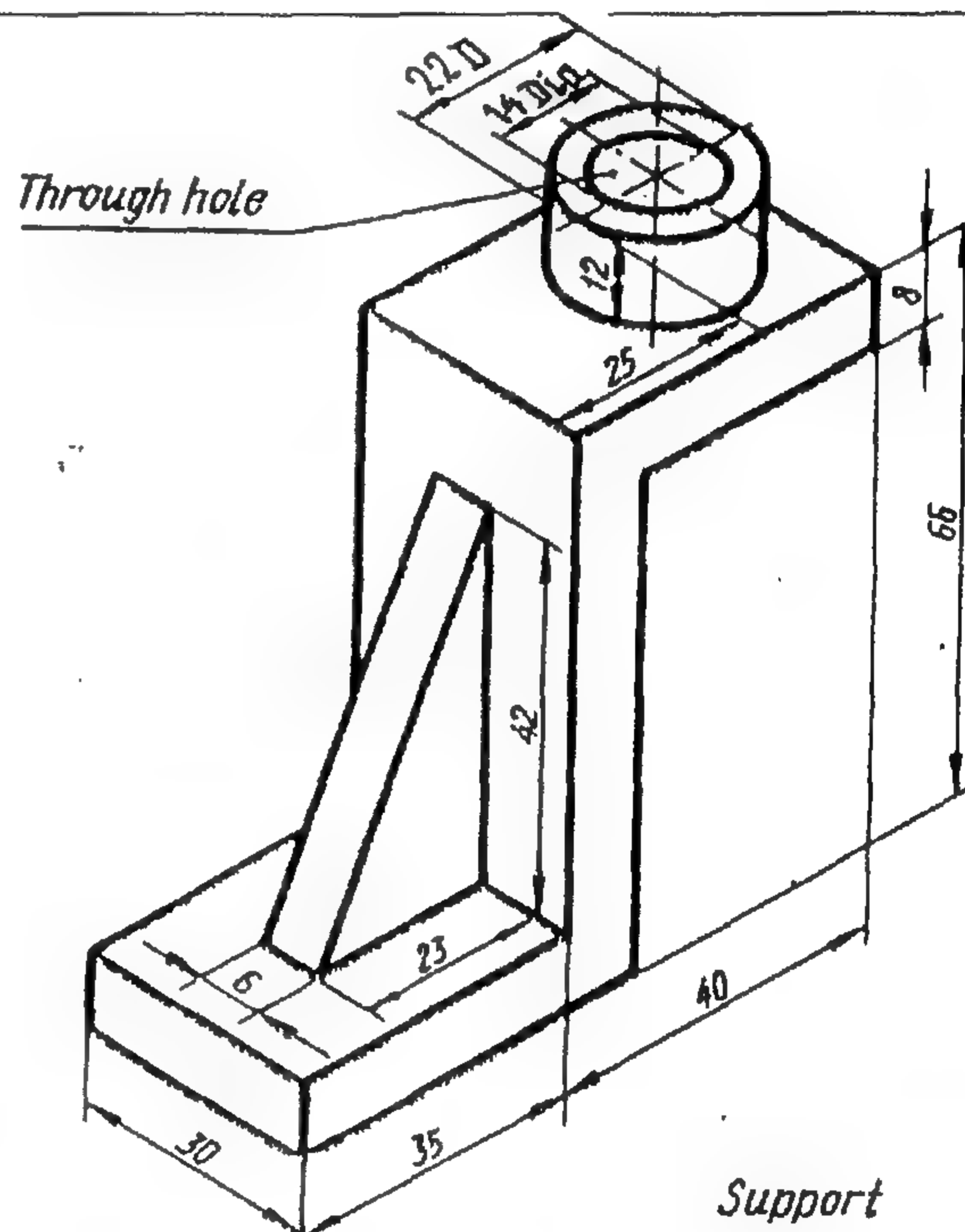
Bracket



7

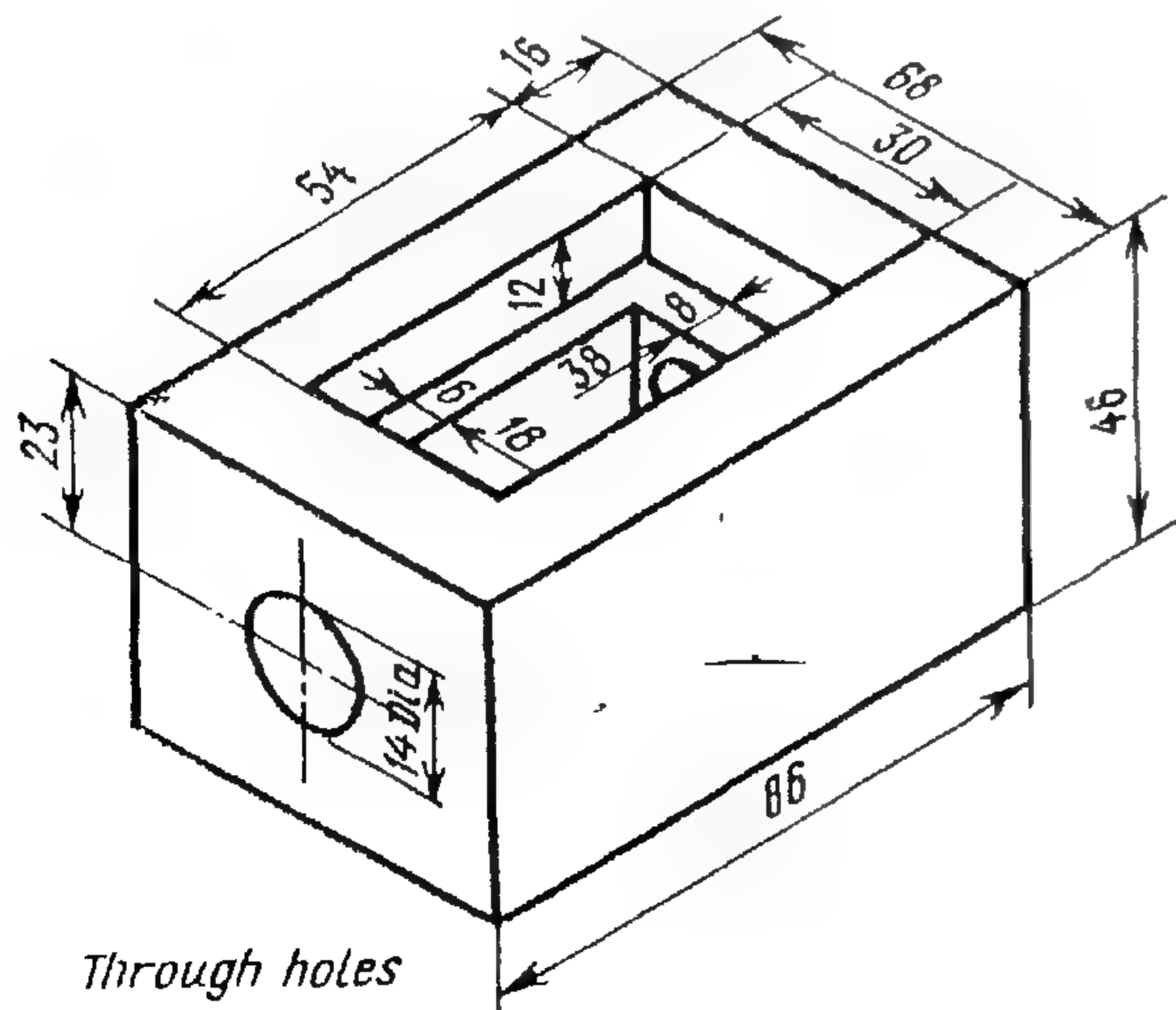


10

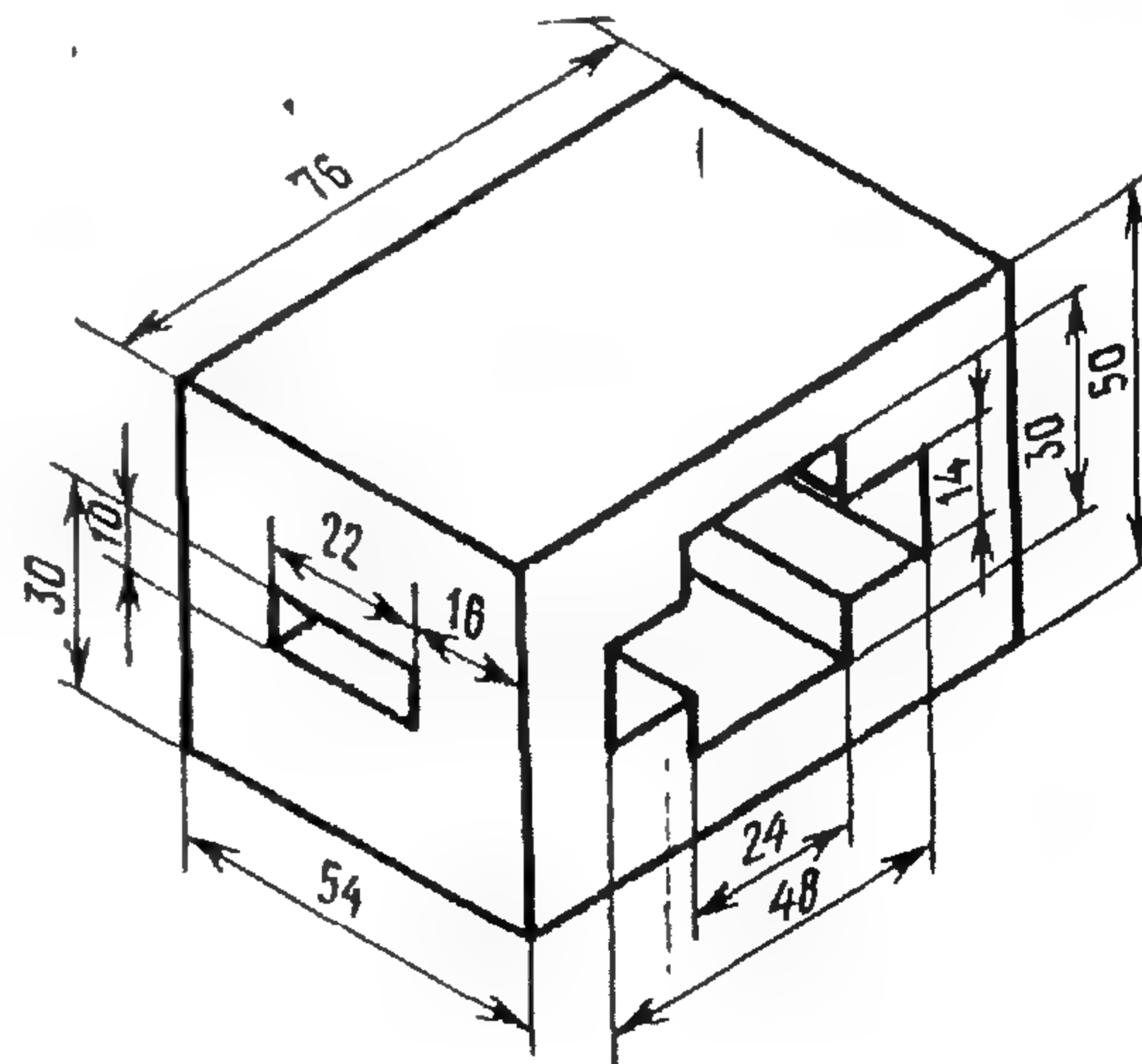


9

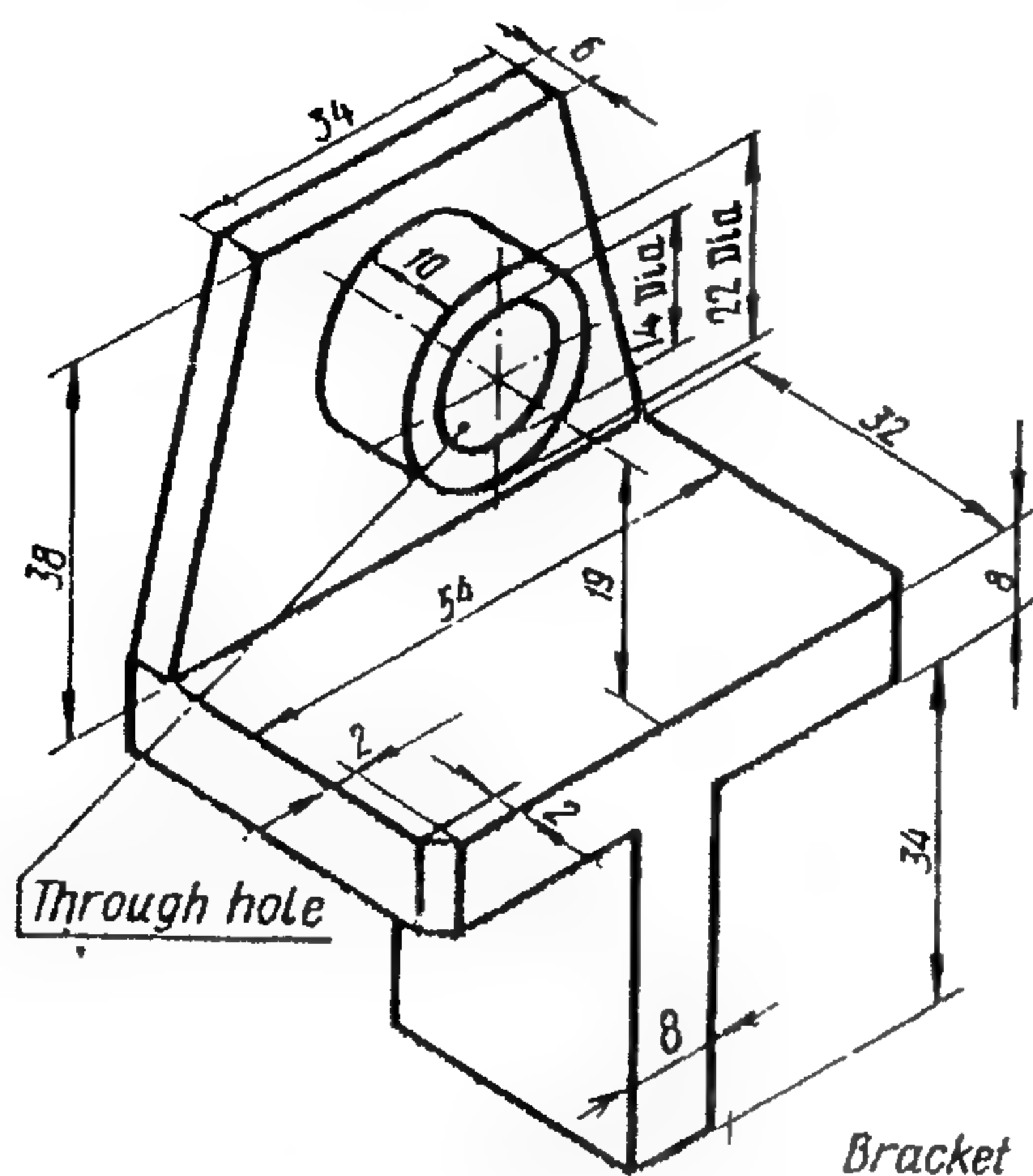
Support



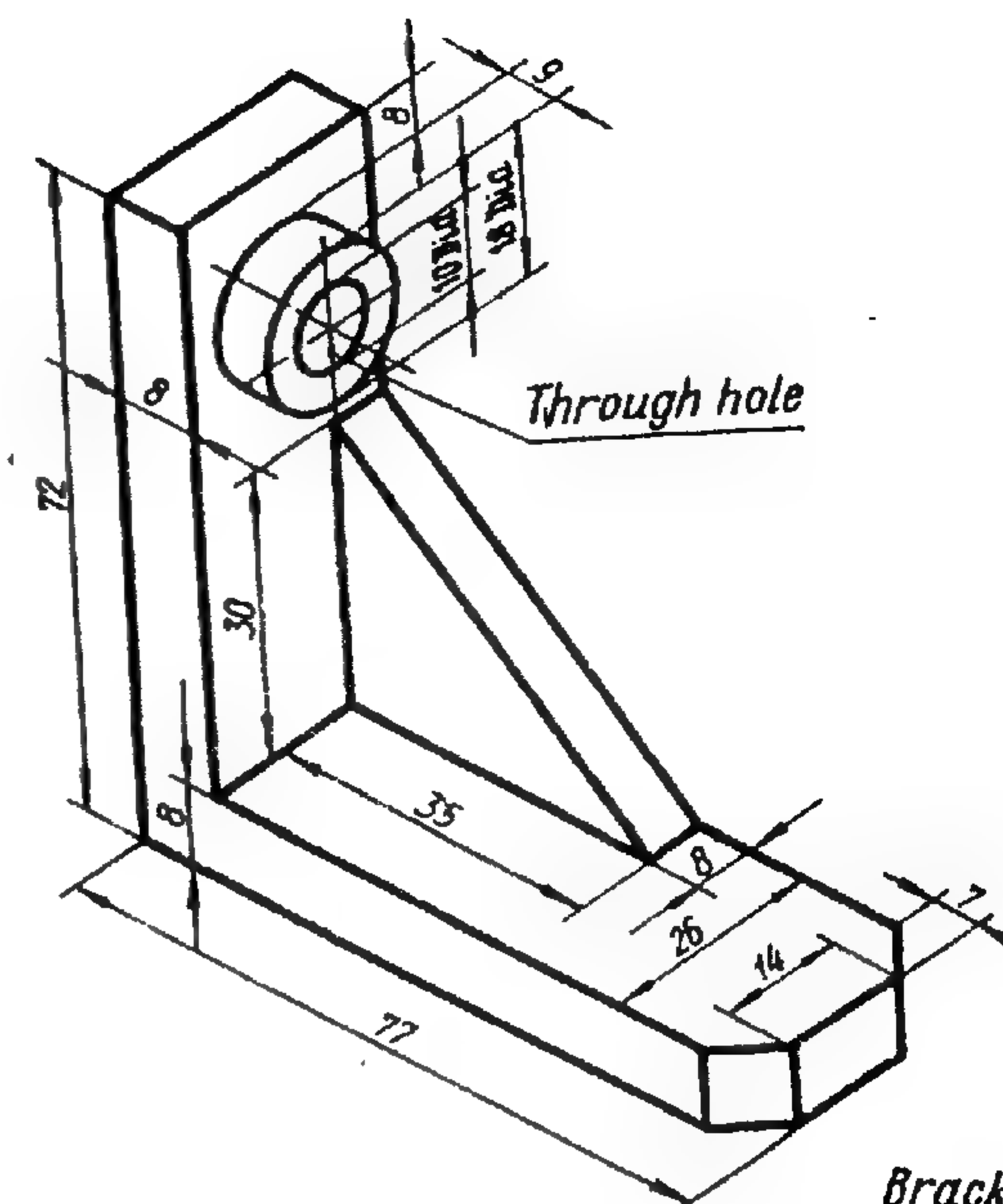
12



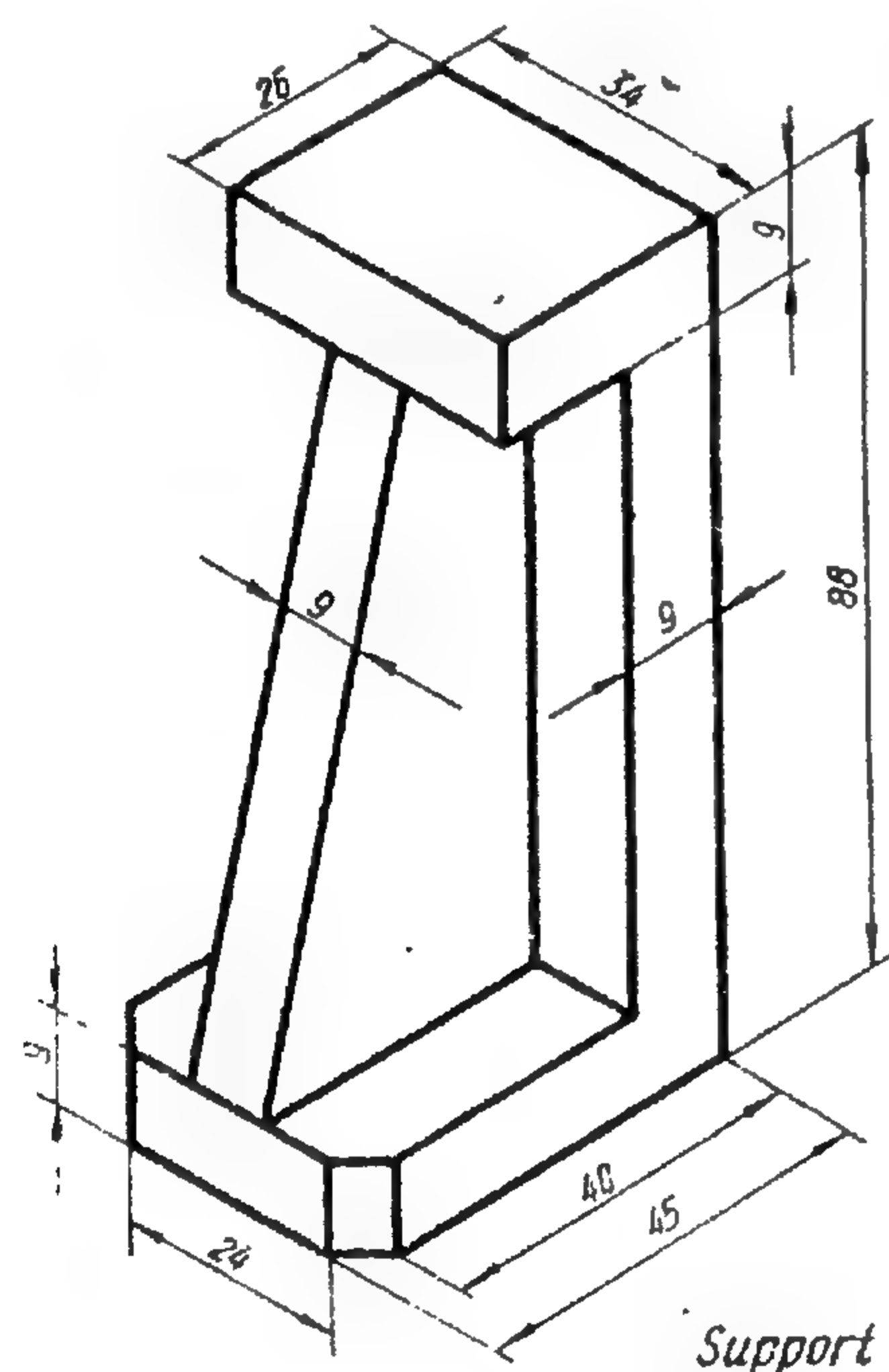
11



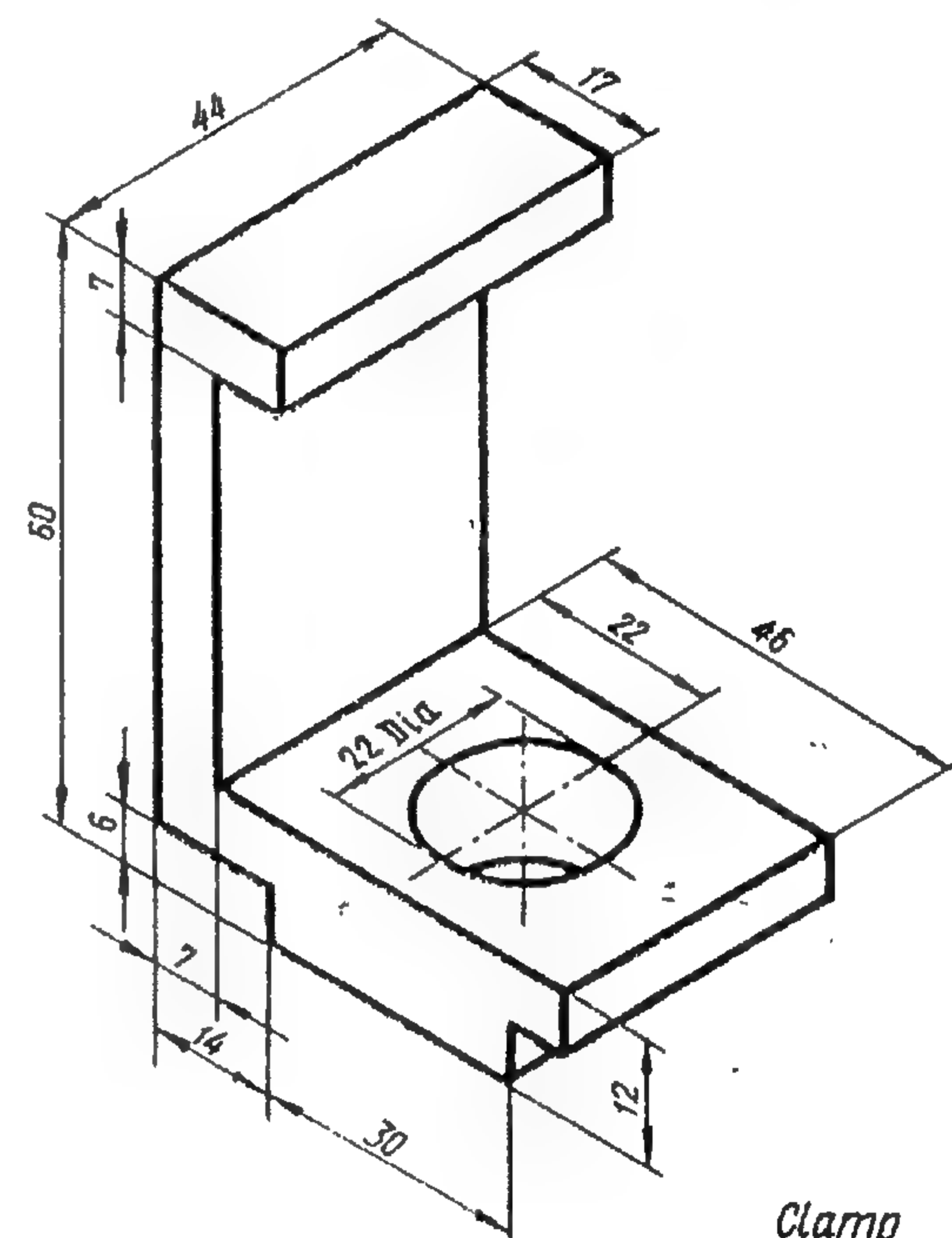
14



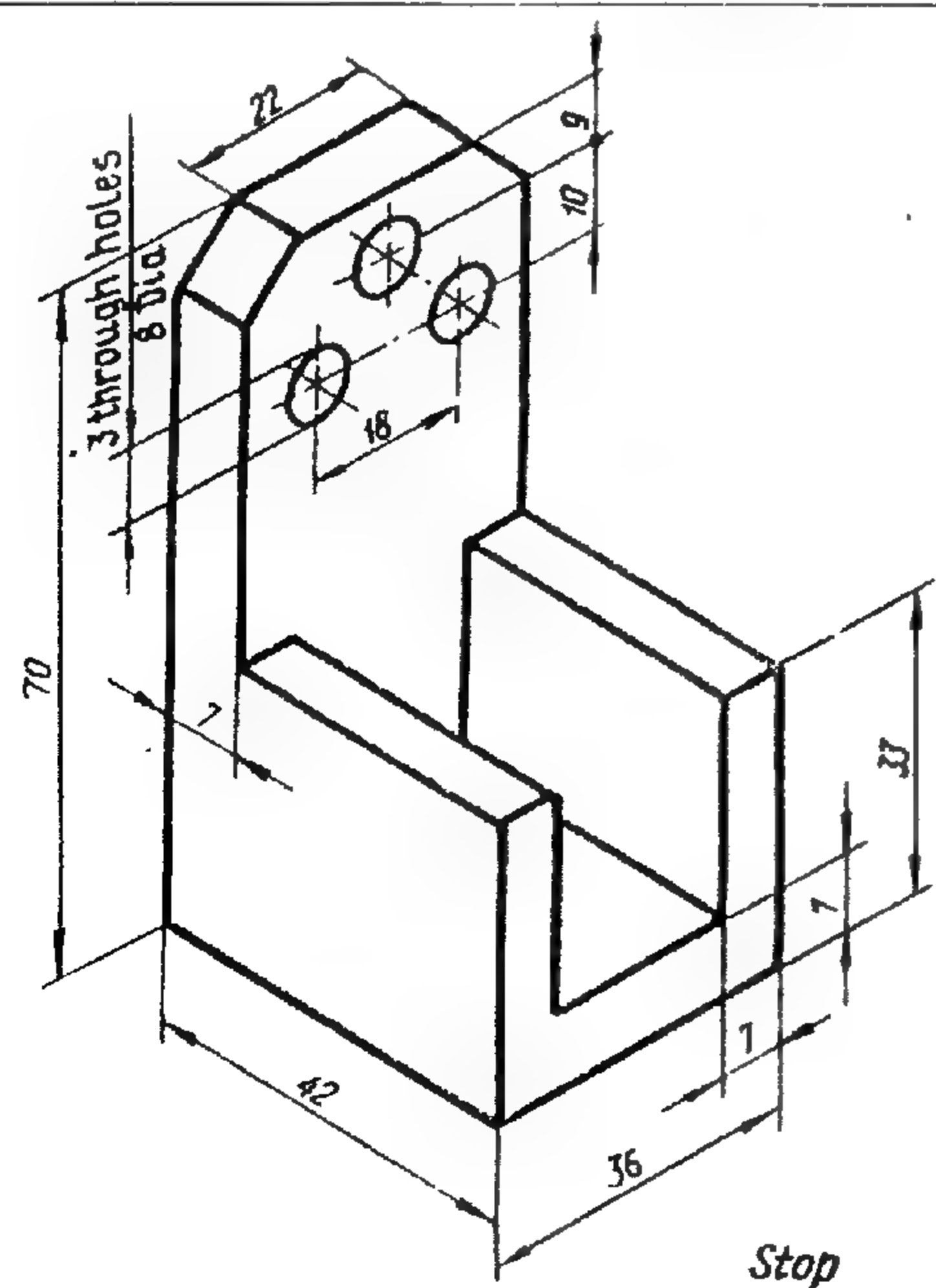
Bracket 13



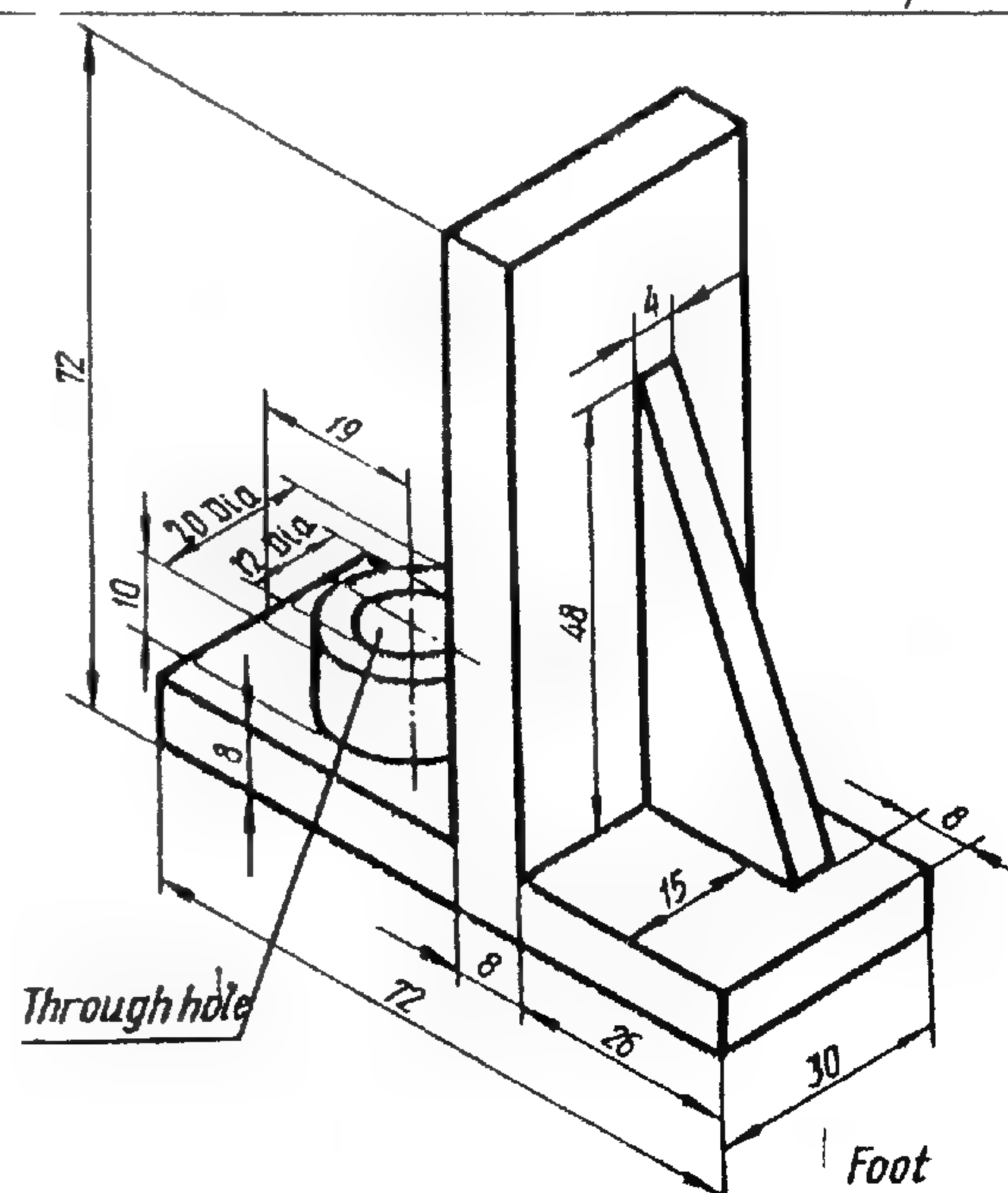
16



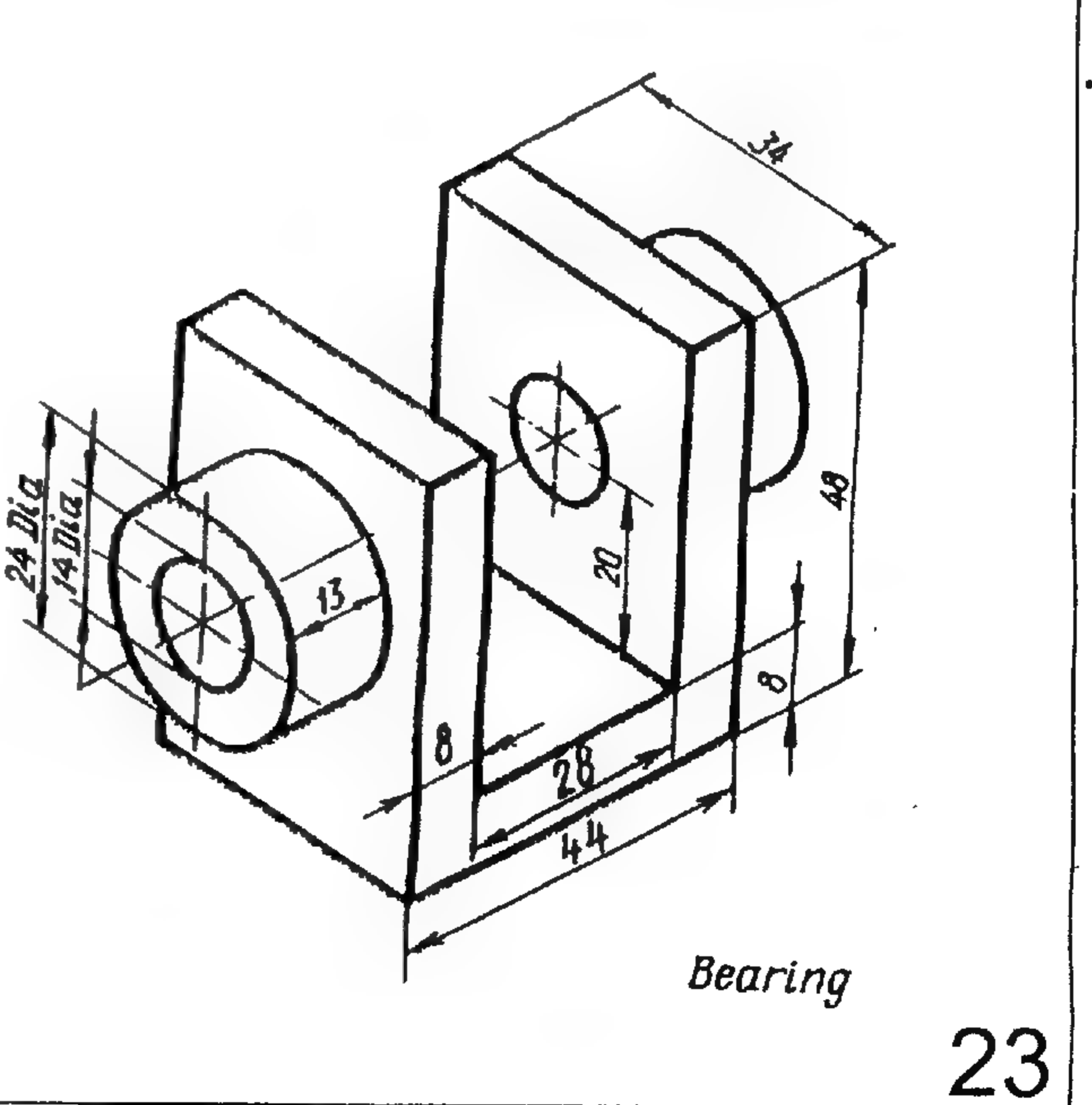
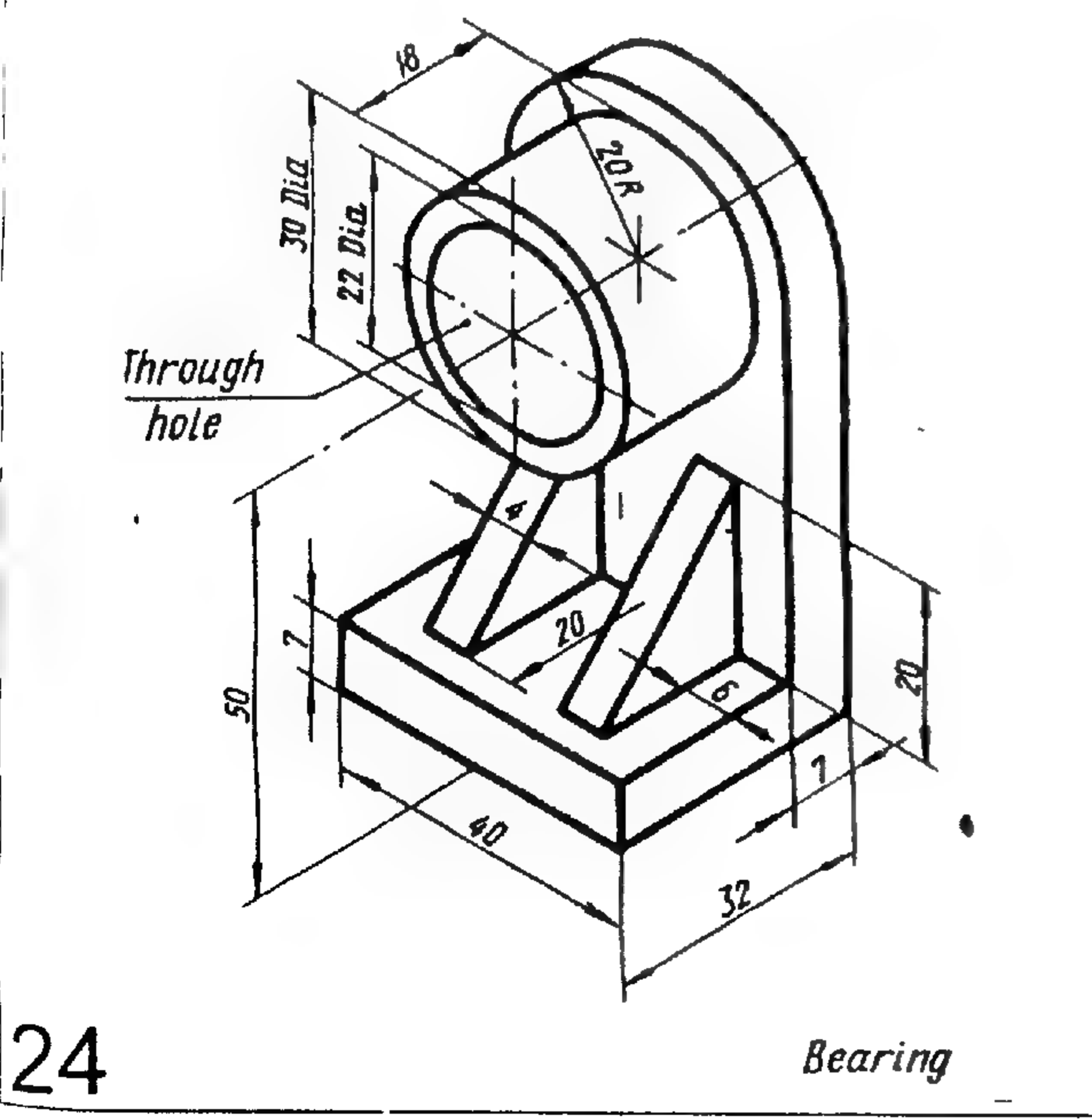
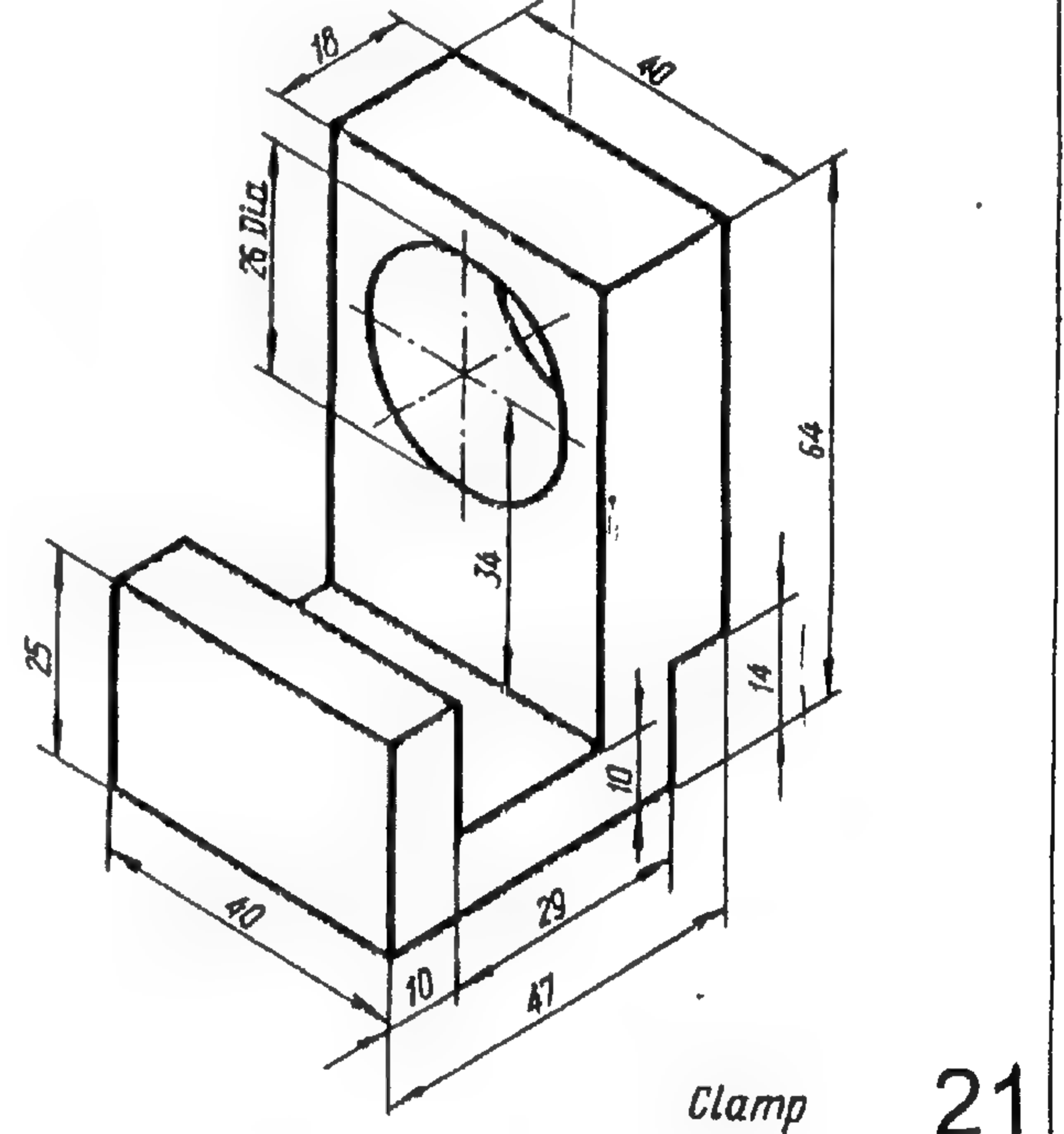
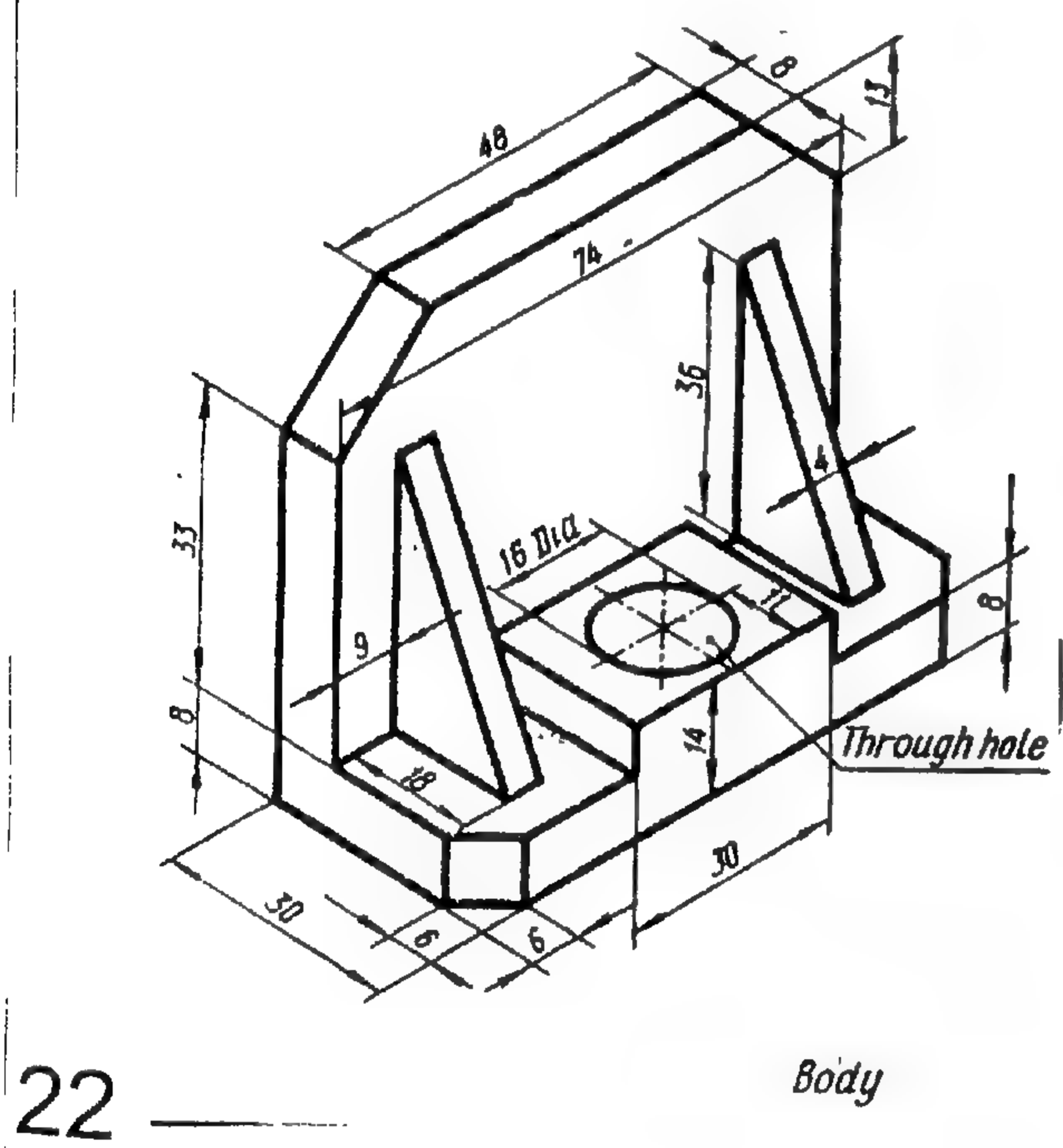
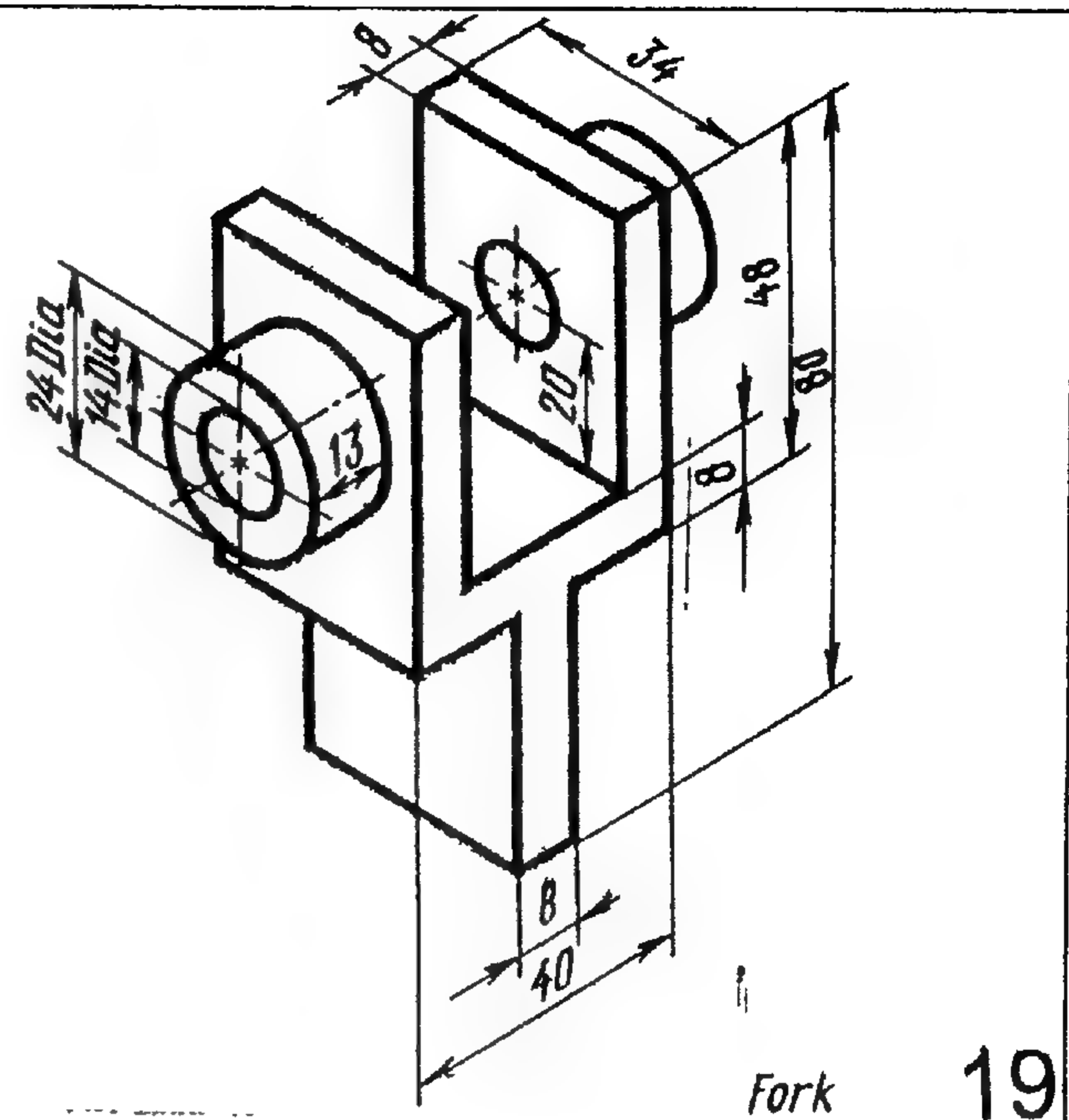
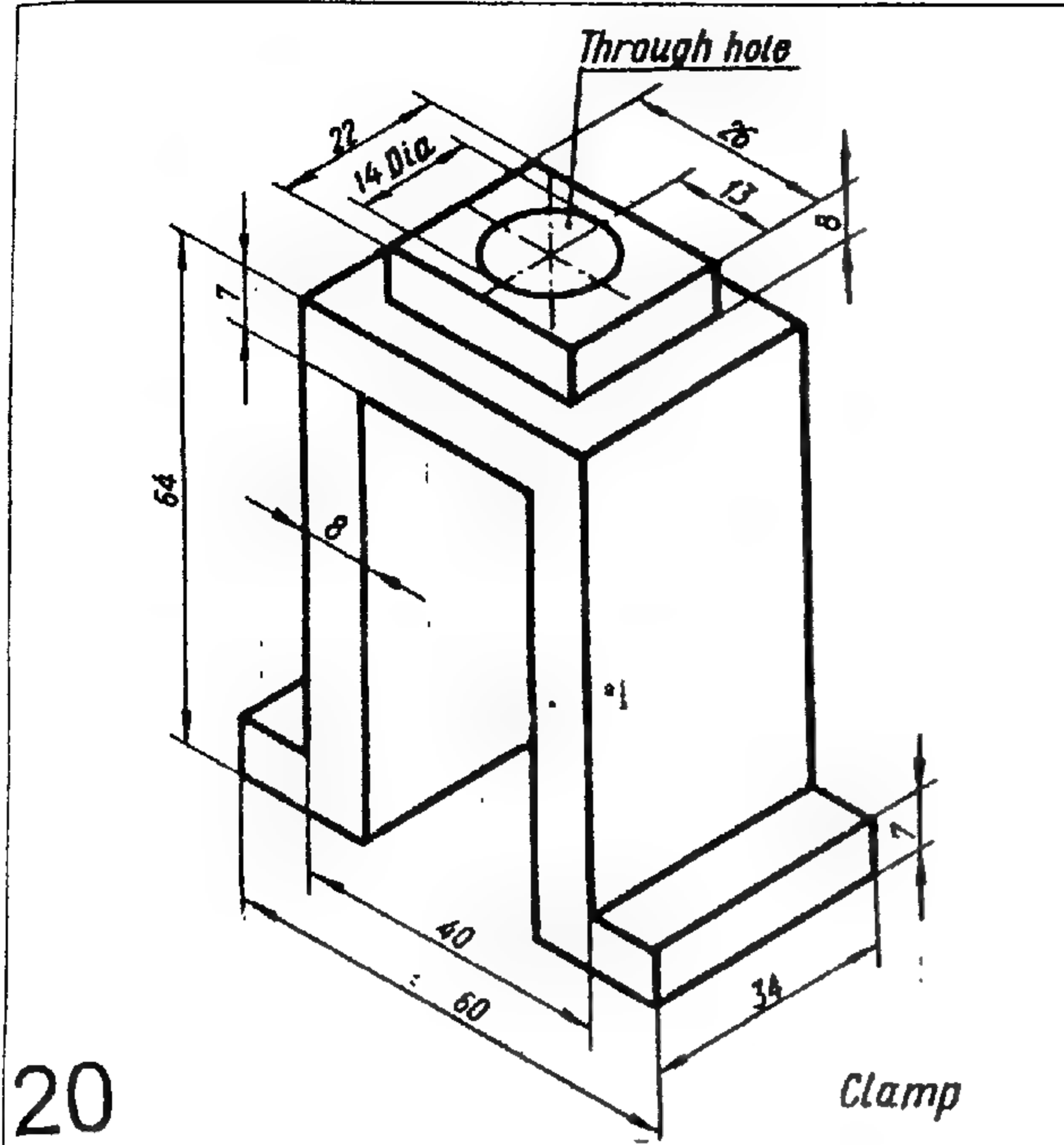
Clamp 15



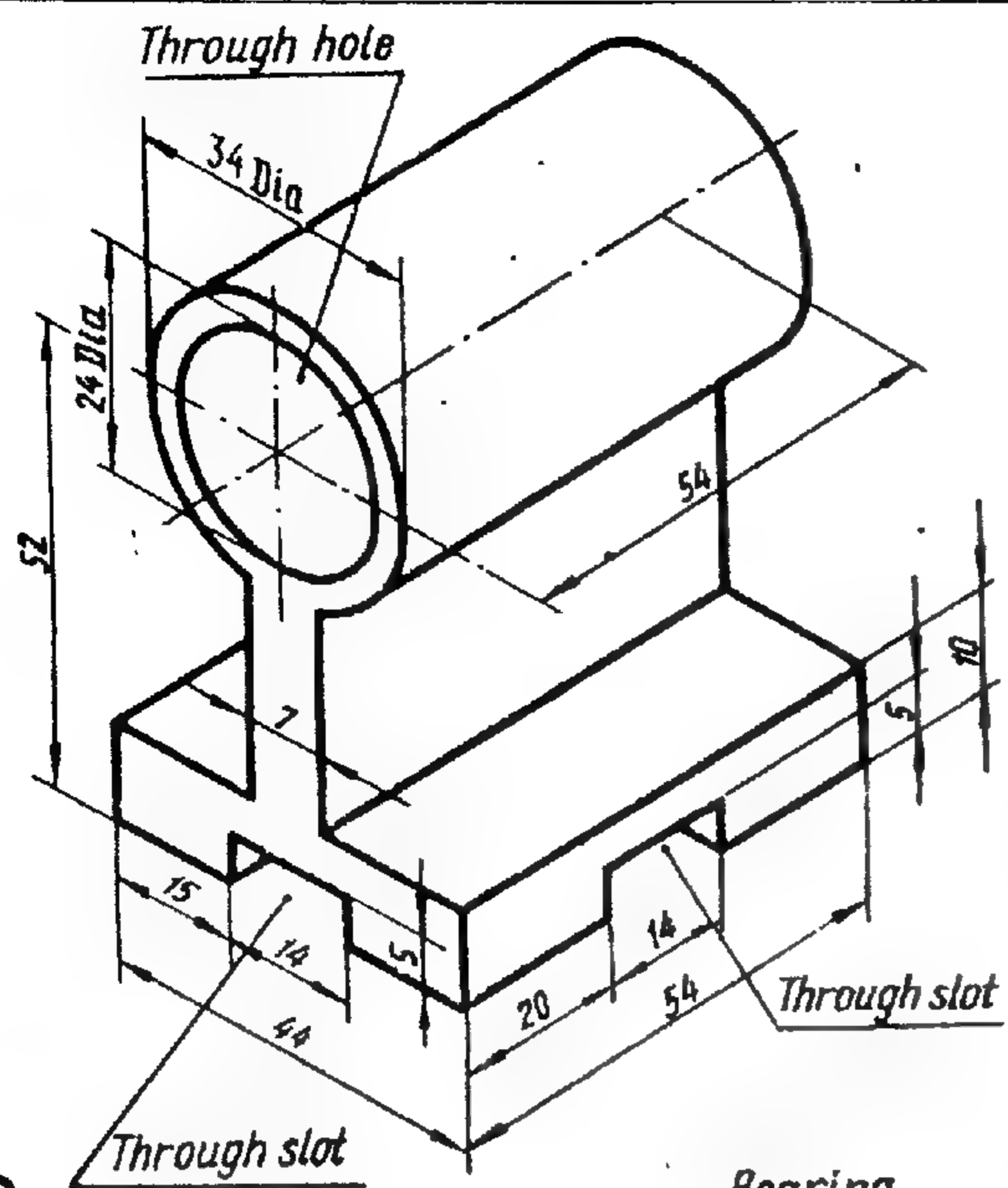
18



17

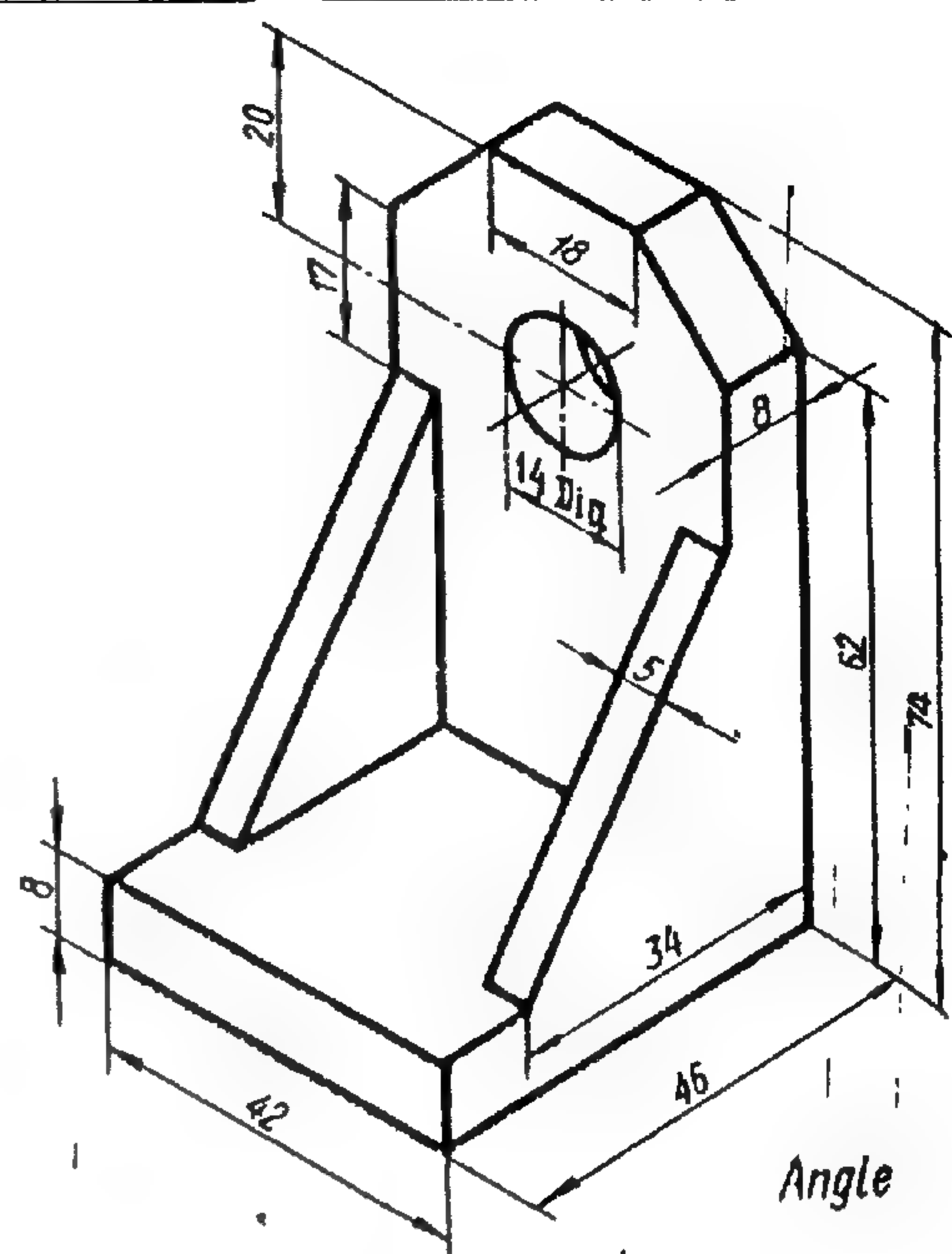


26



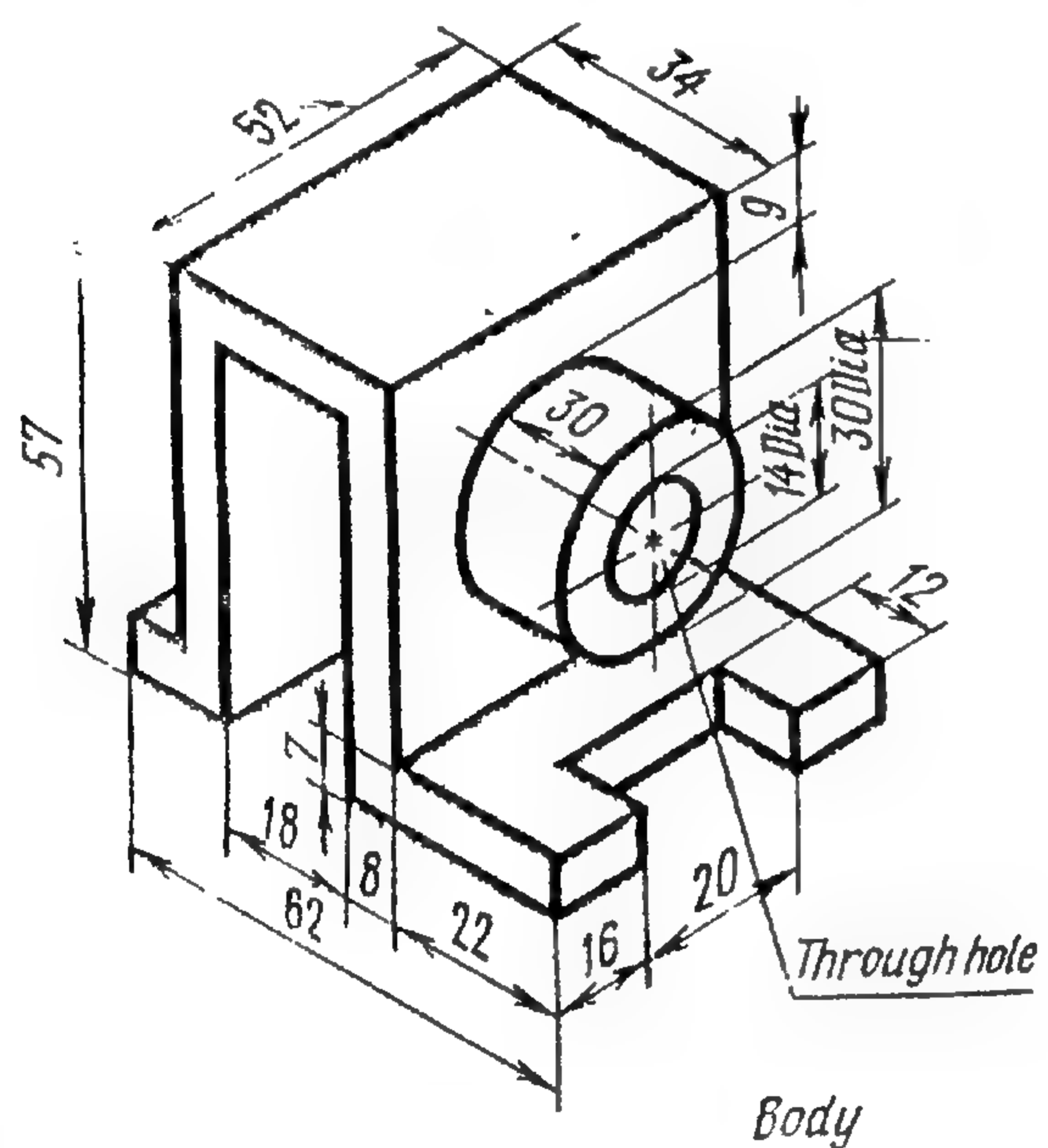
Bearing

25



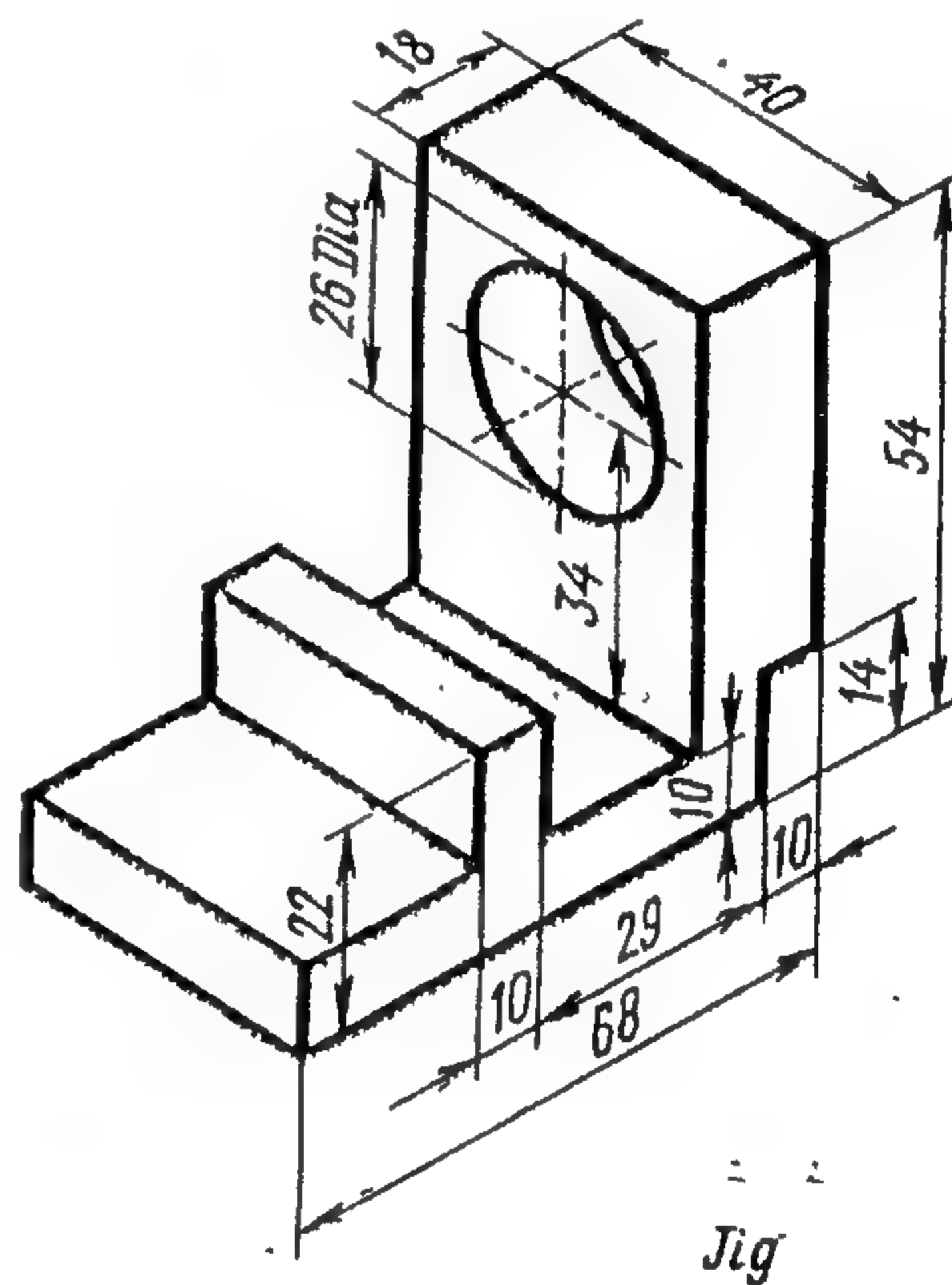
Angle

28



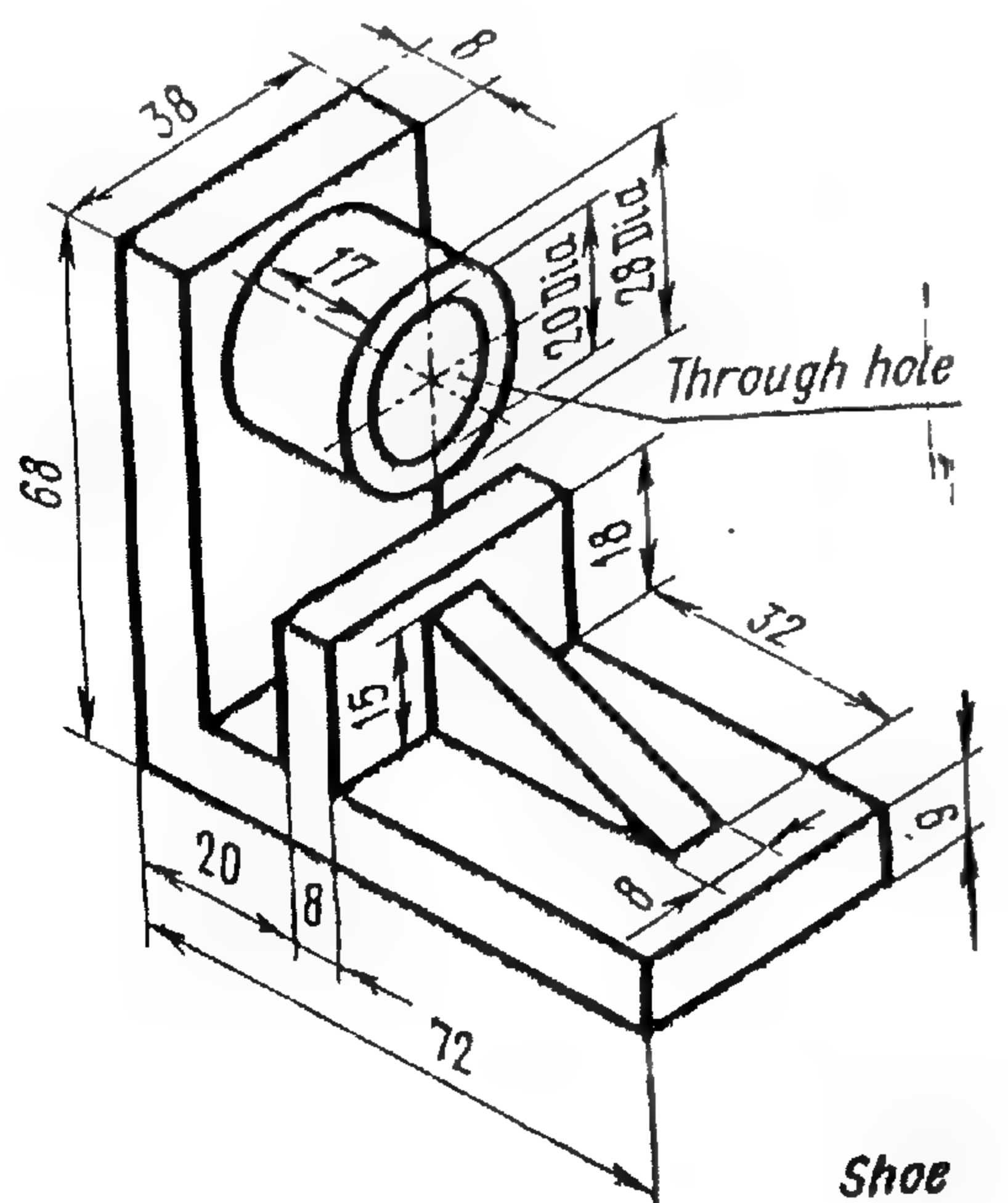
Body

27



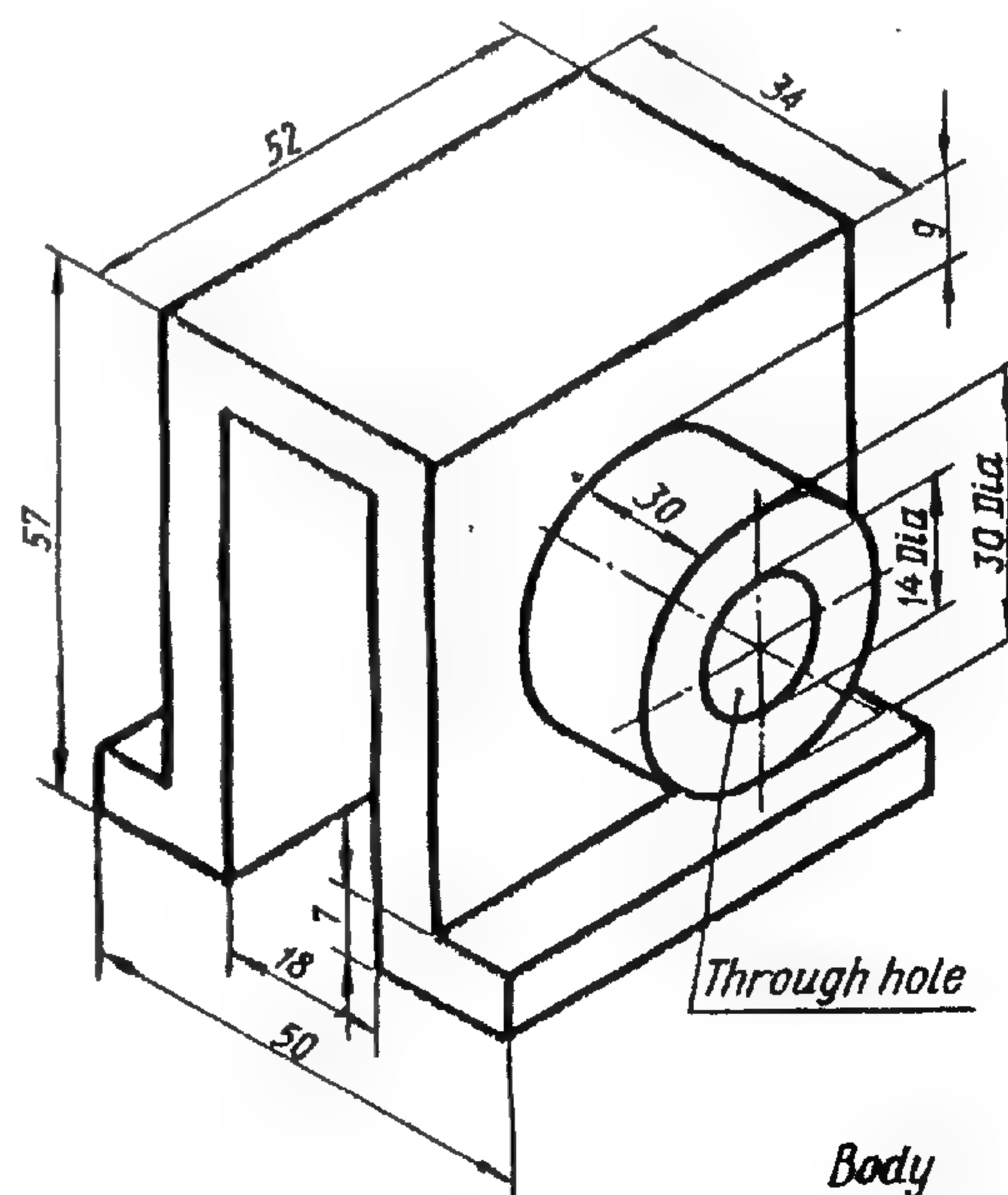
Jig

30

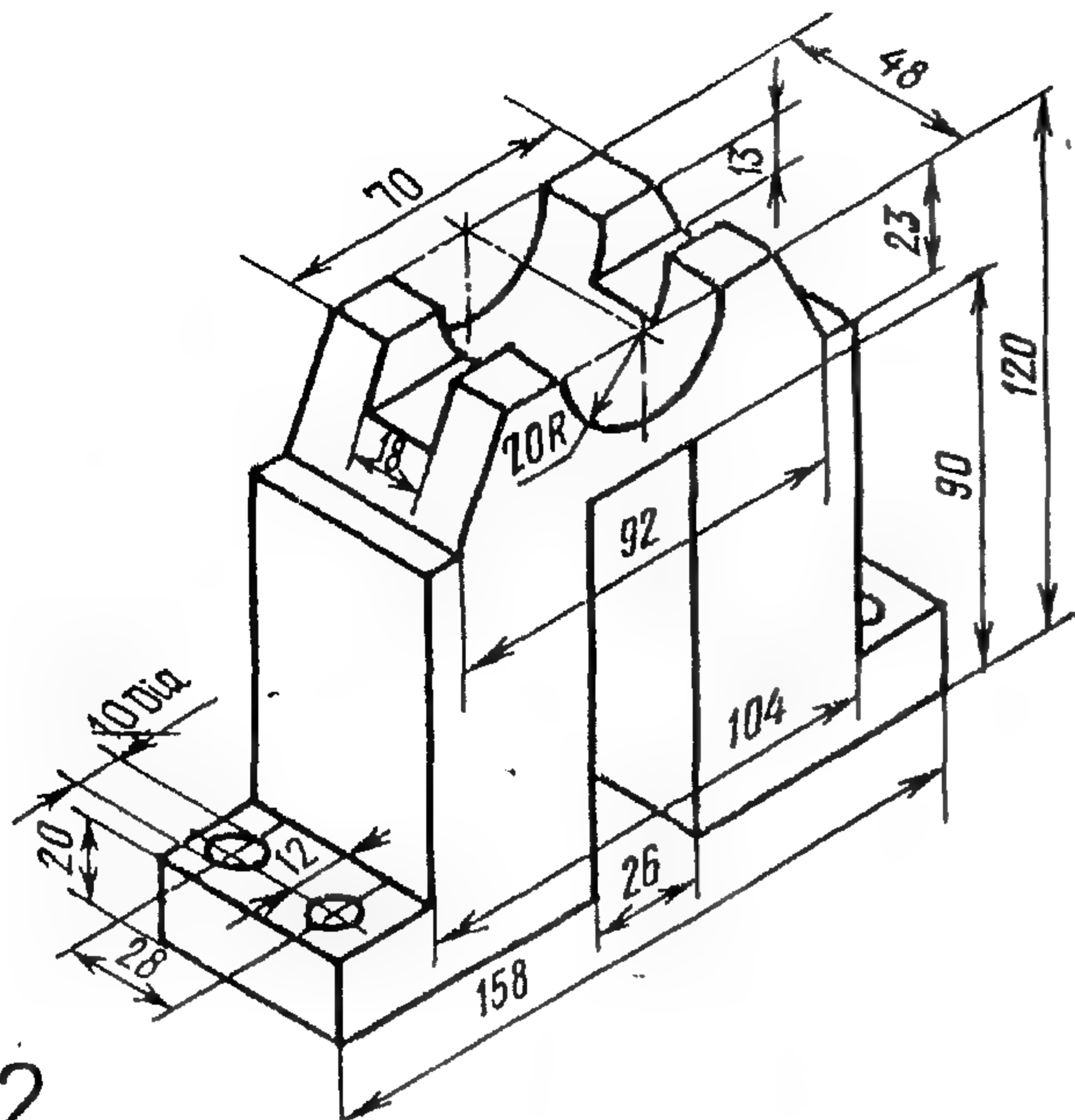


Shoe

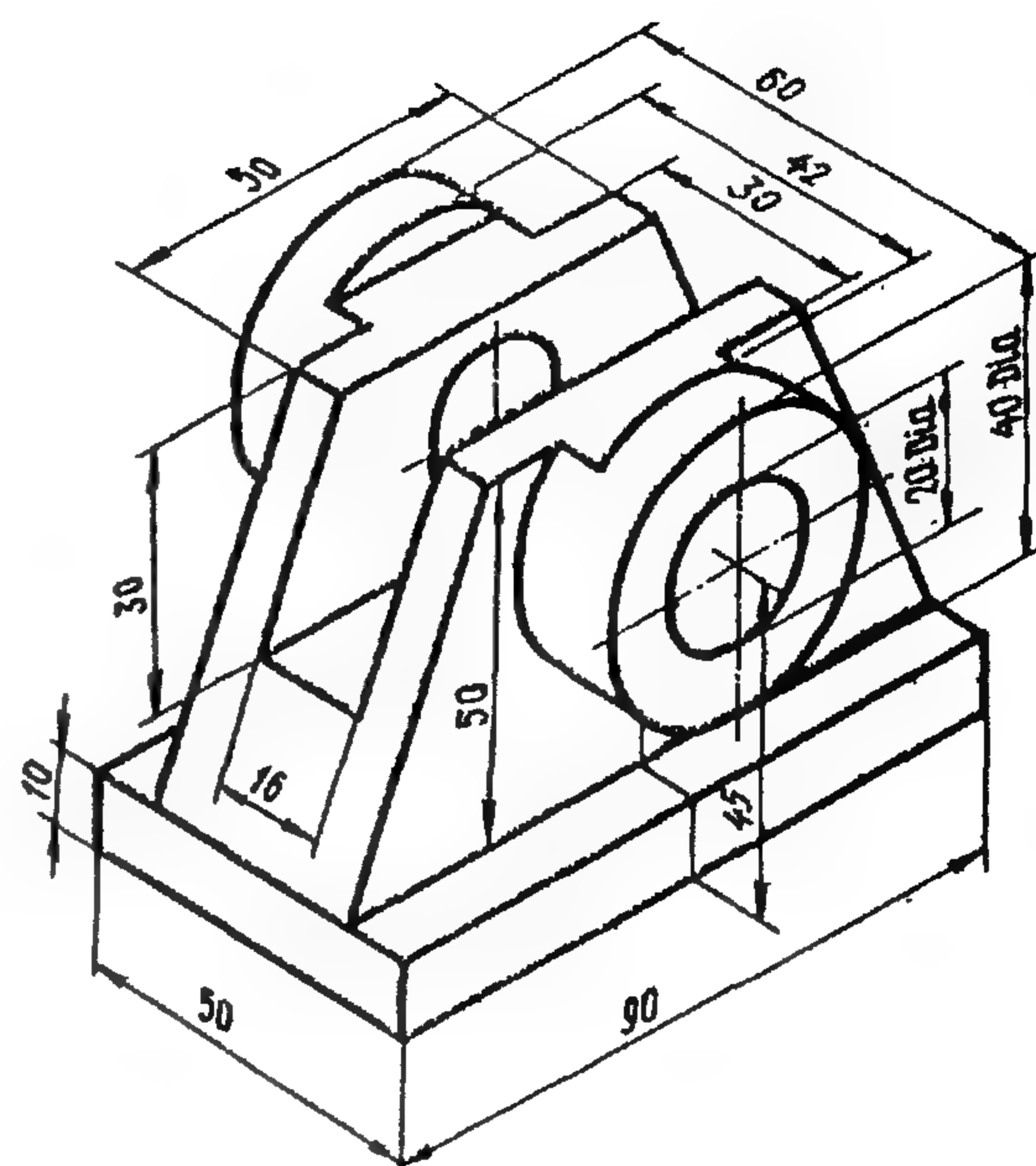
29



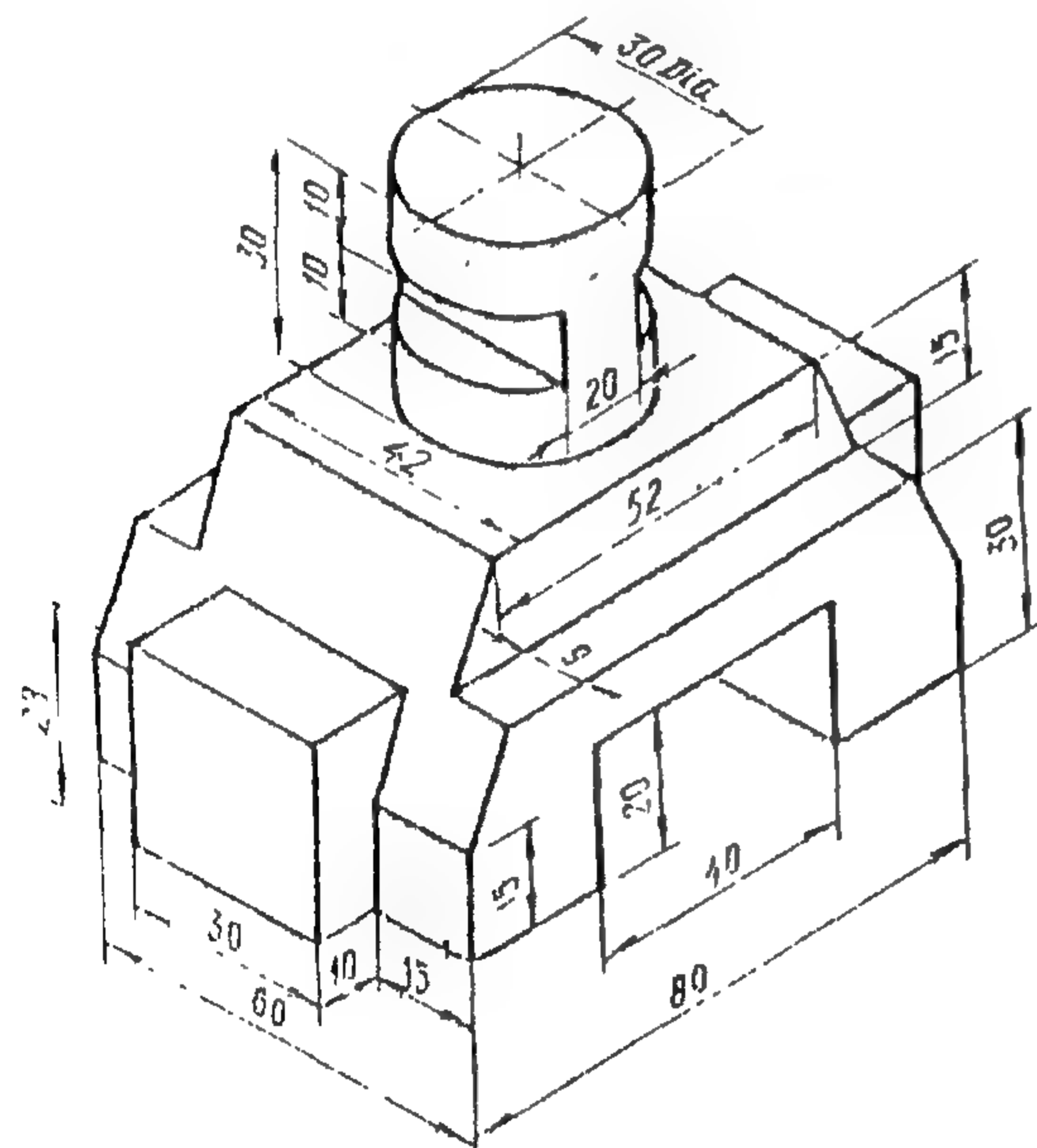
Body



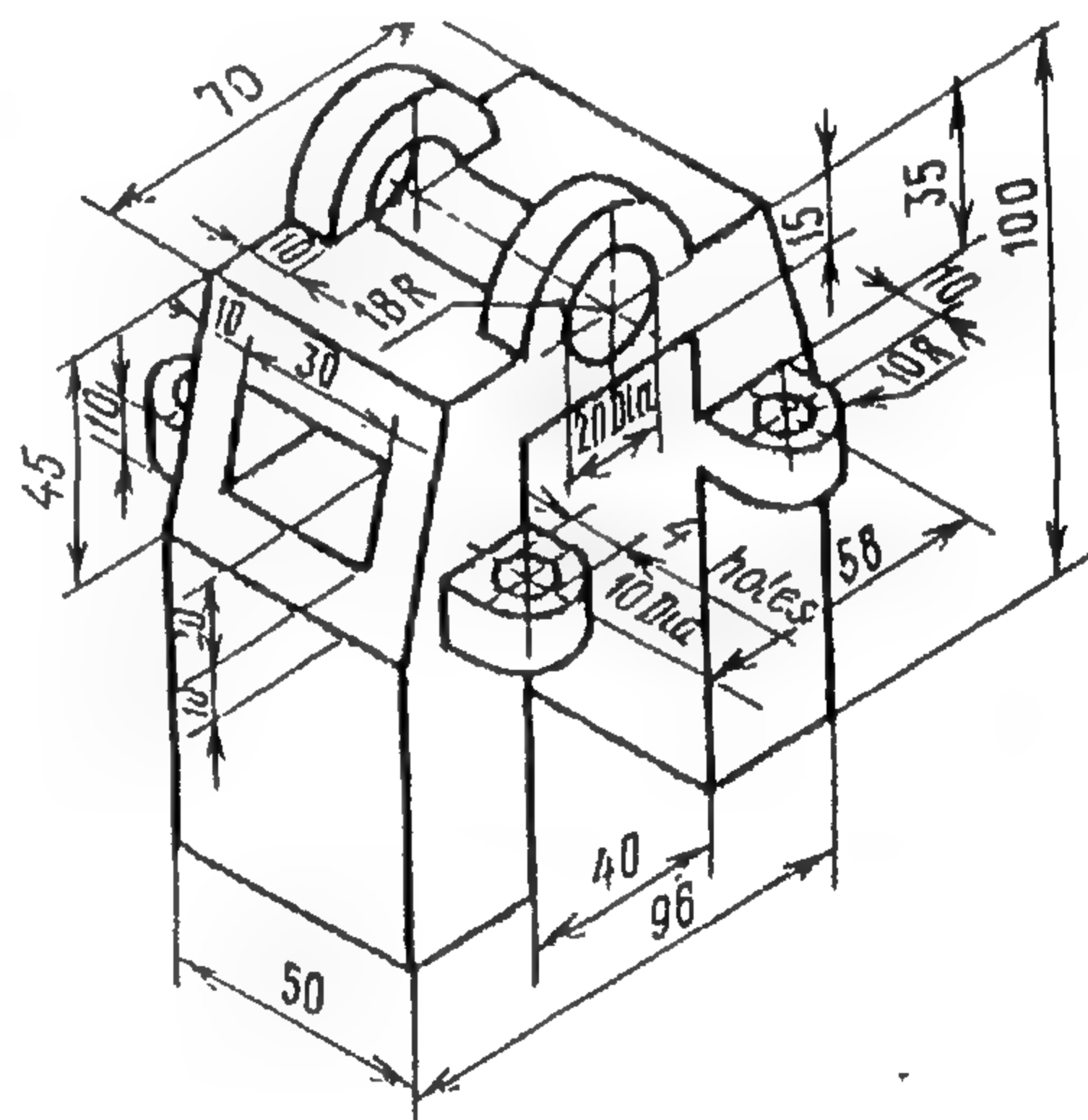
32



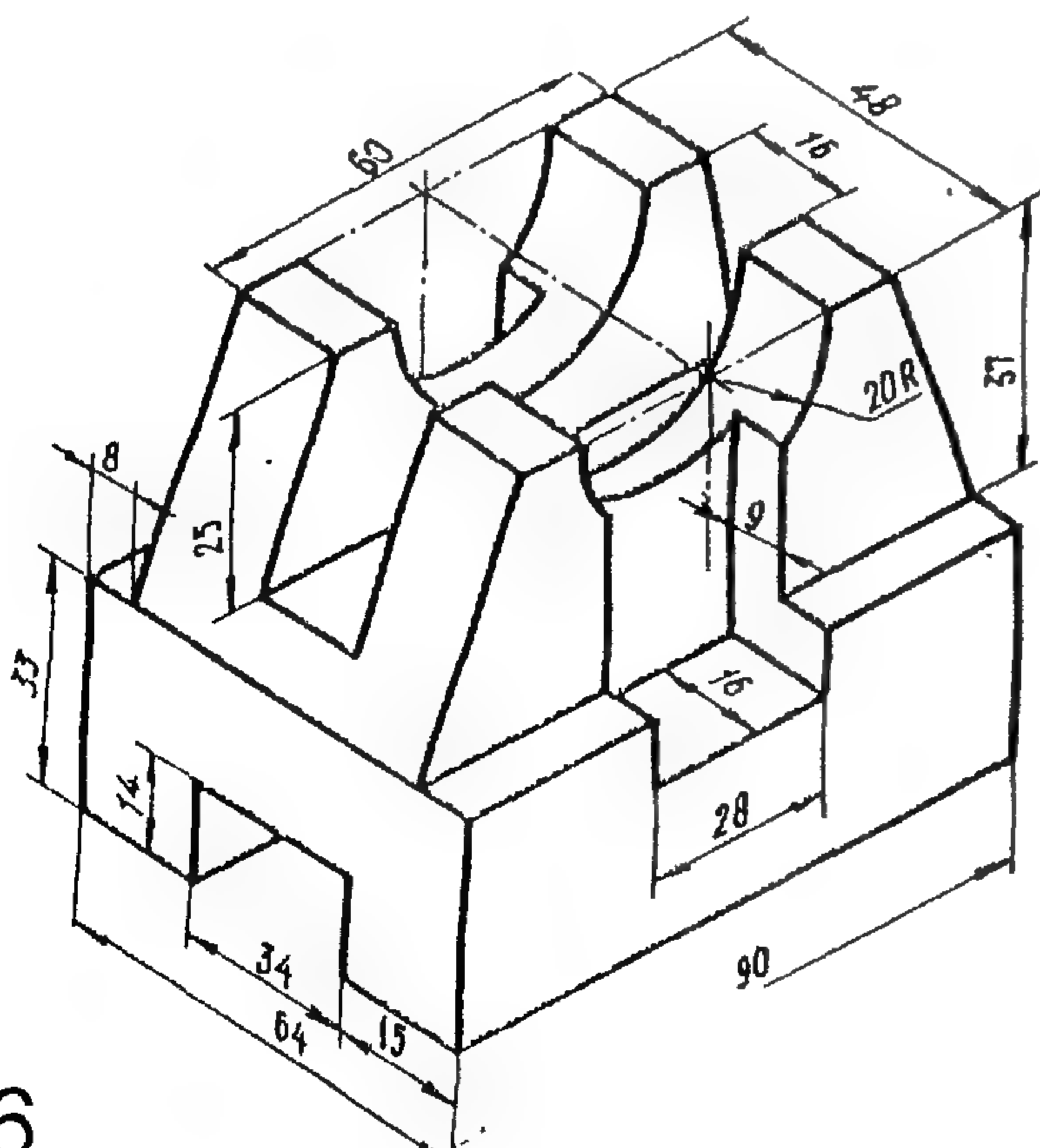
31



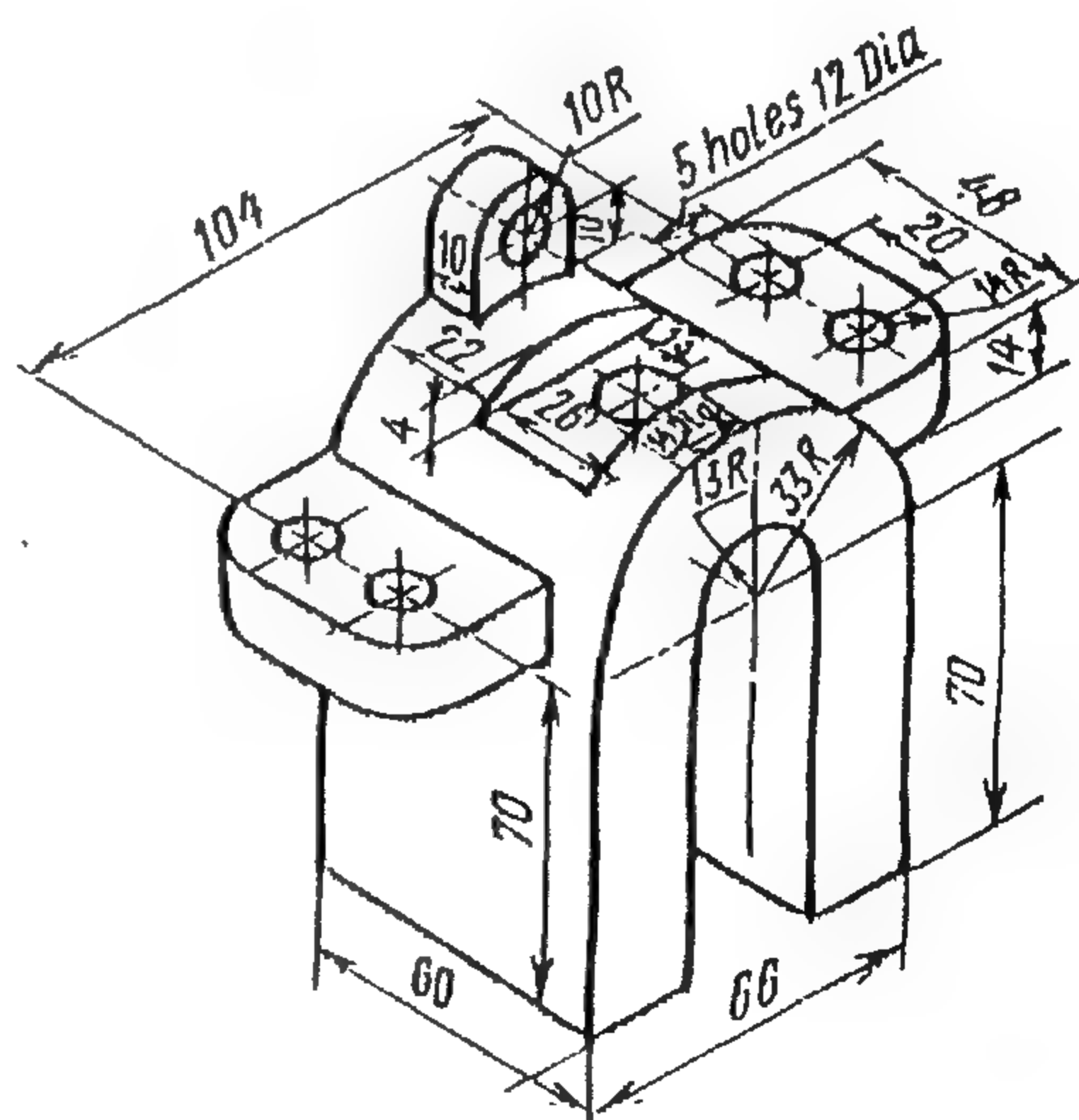
34



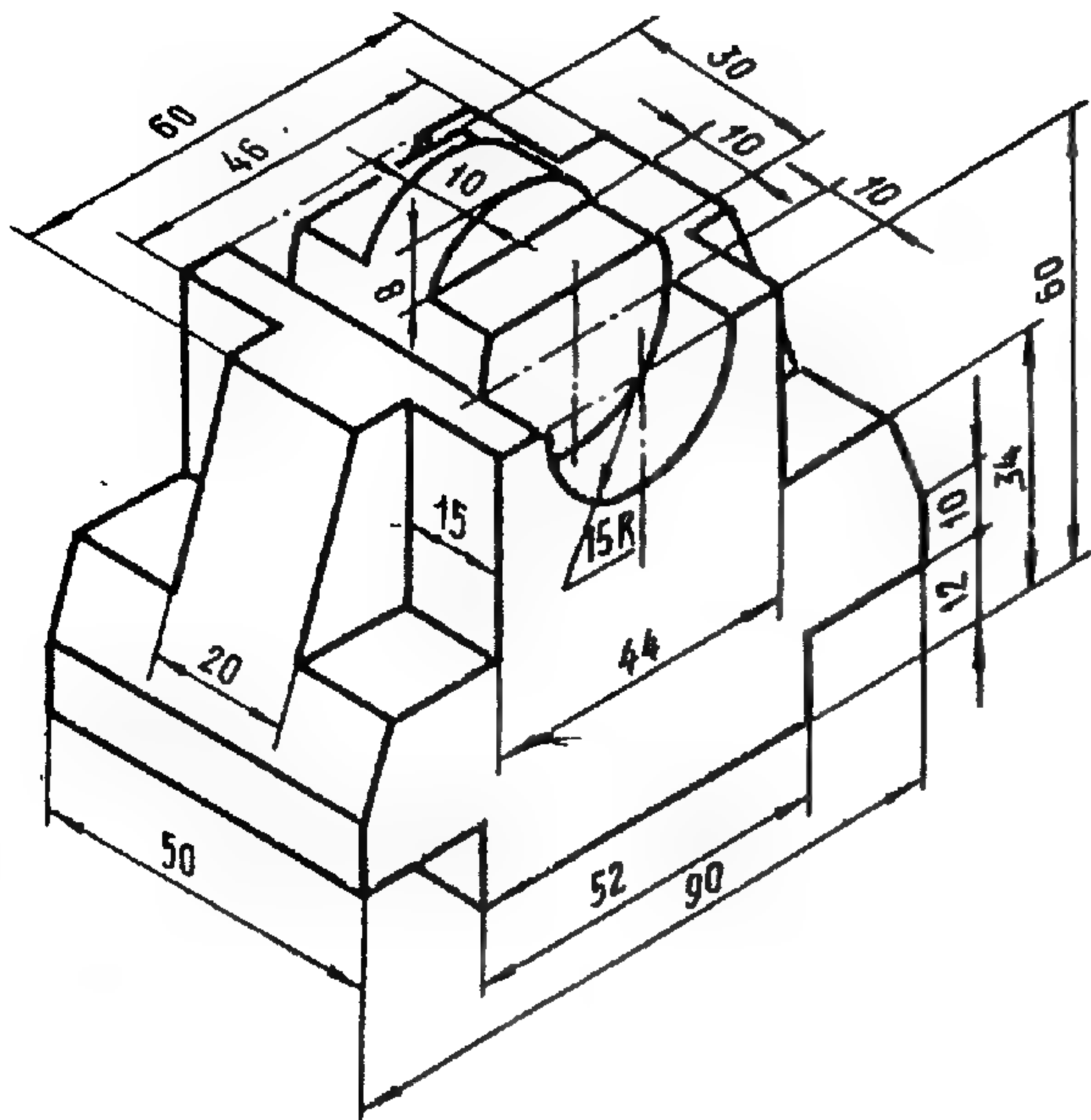
33



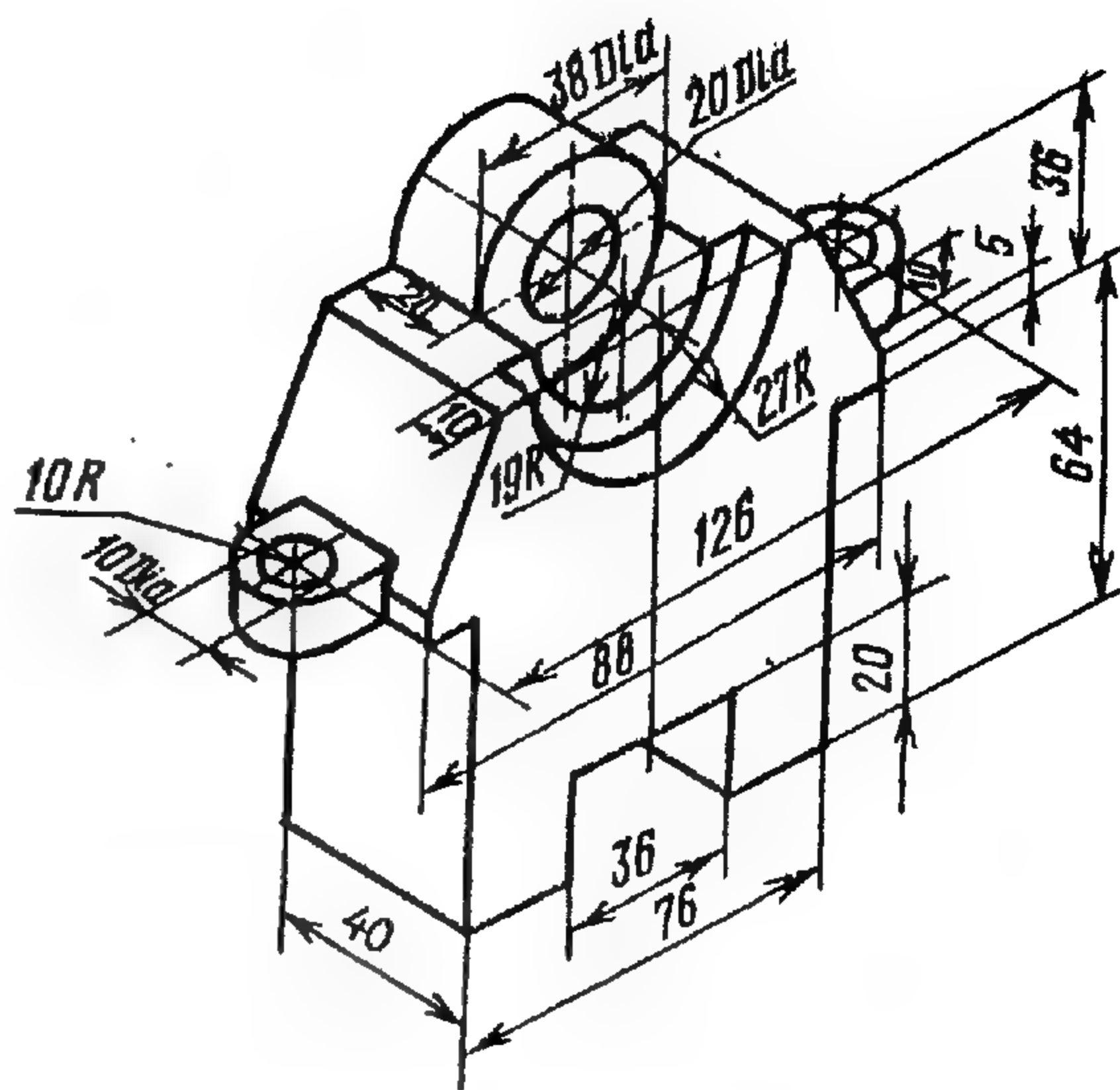
36



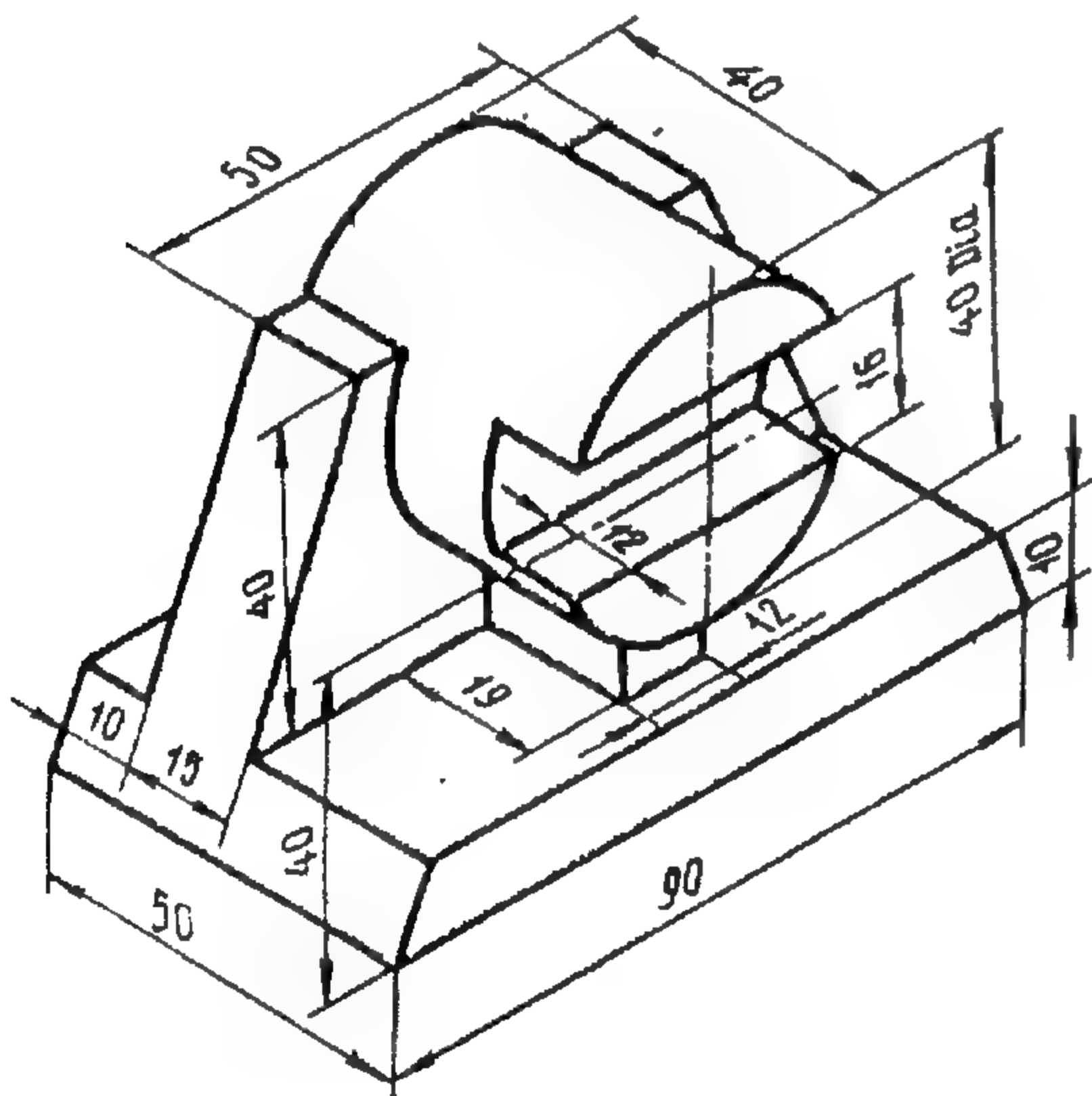
35



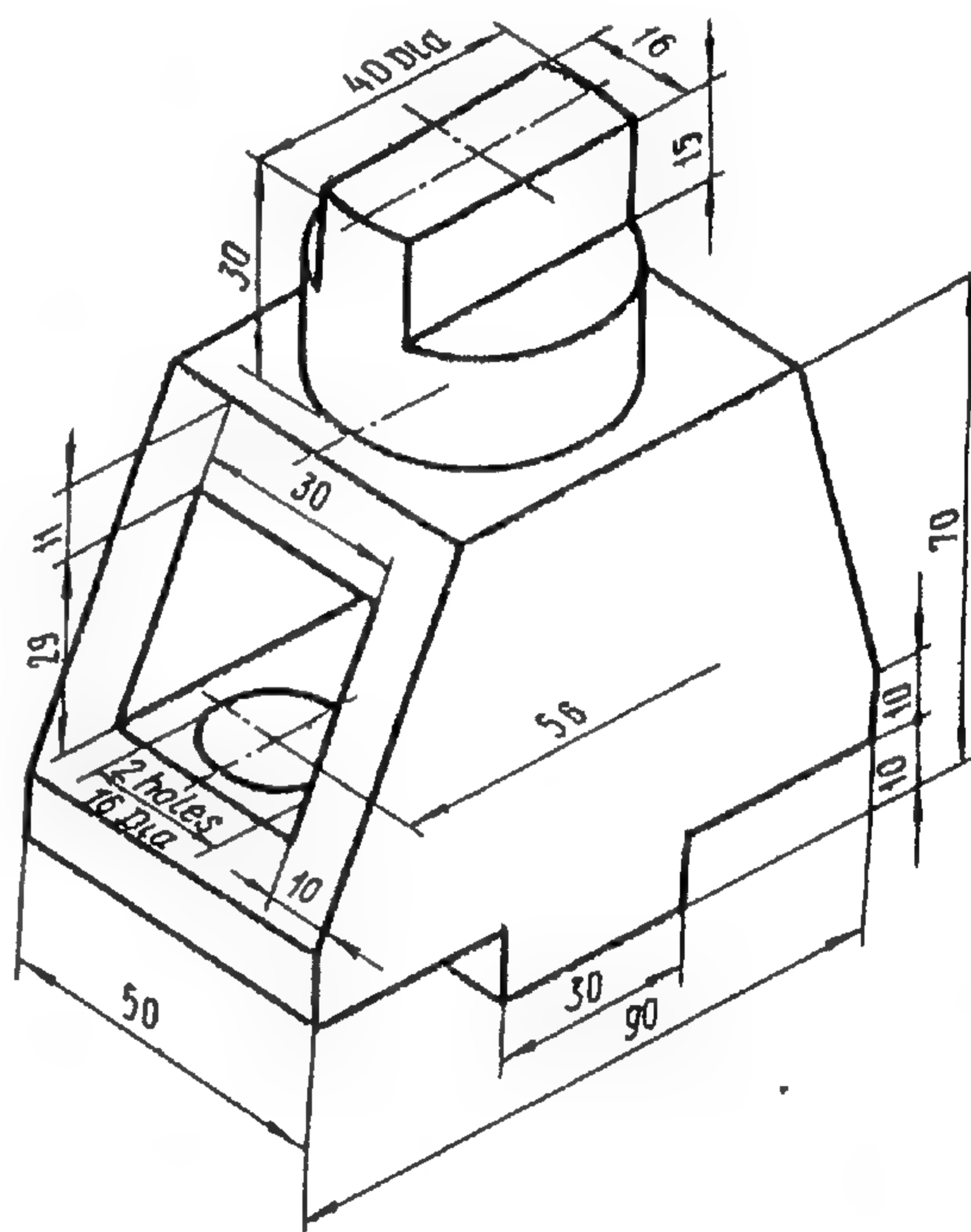
38



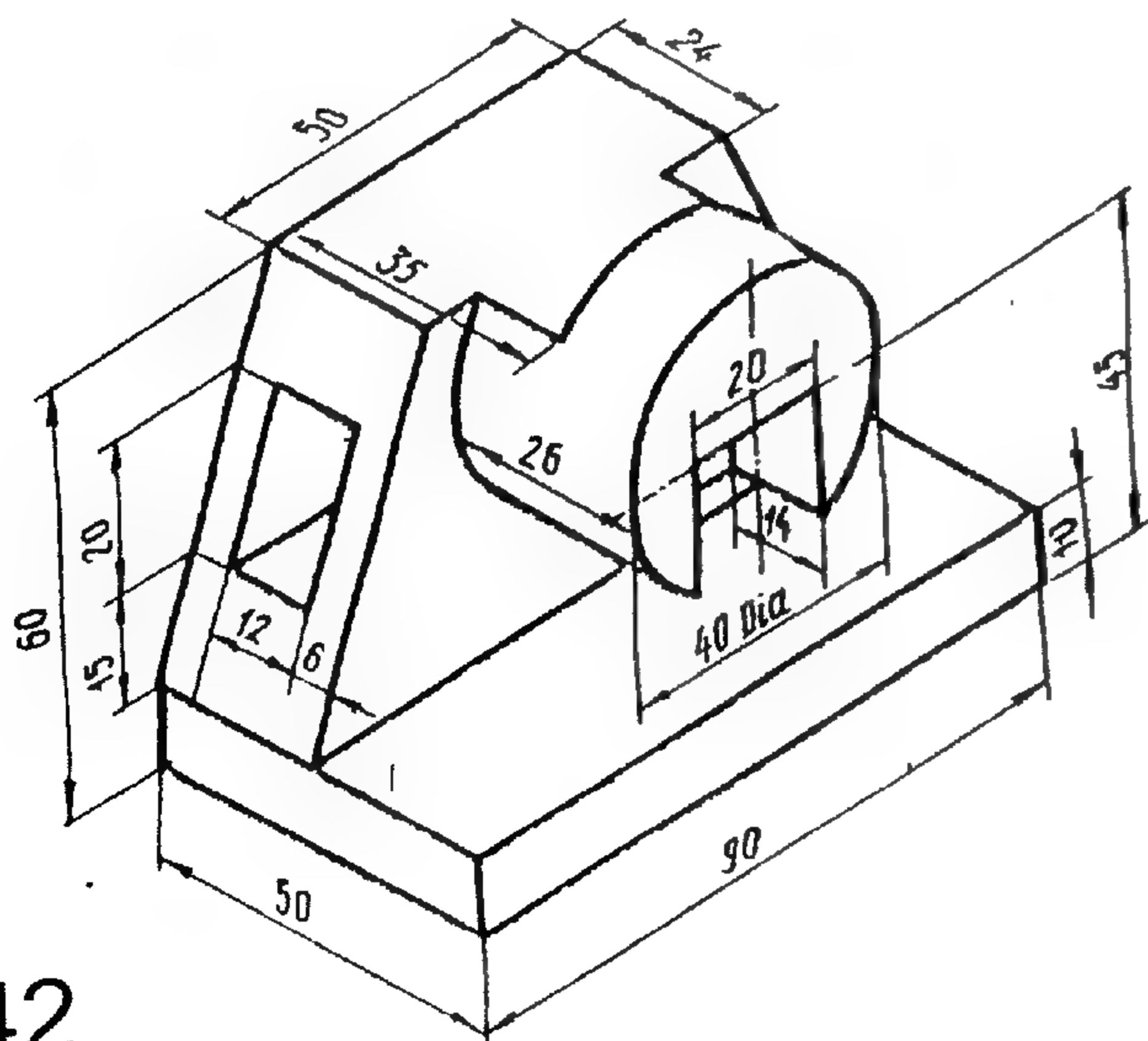
37



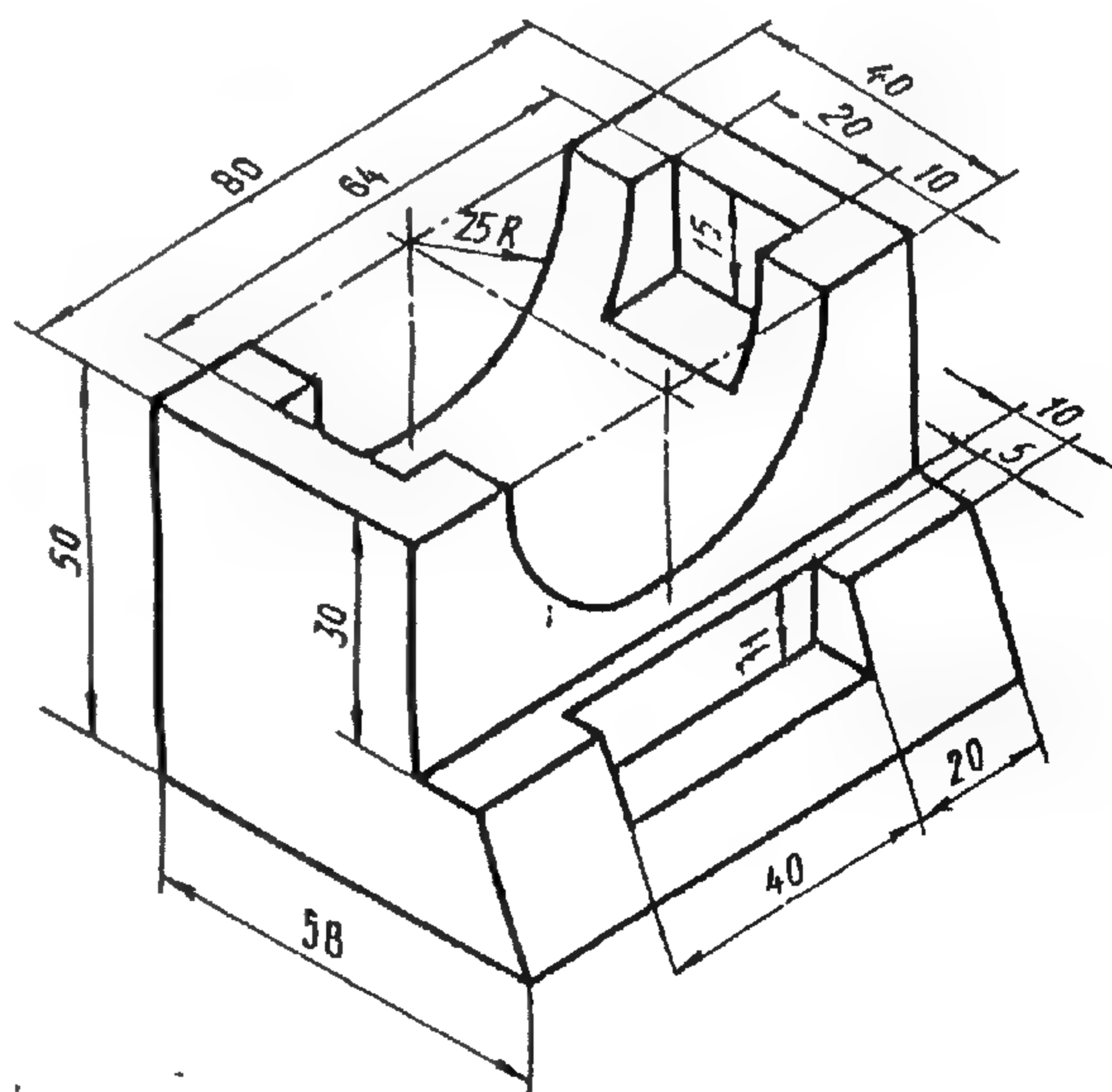
40



39

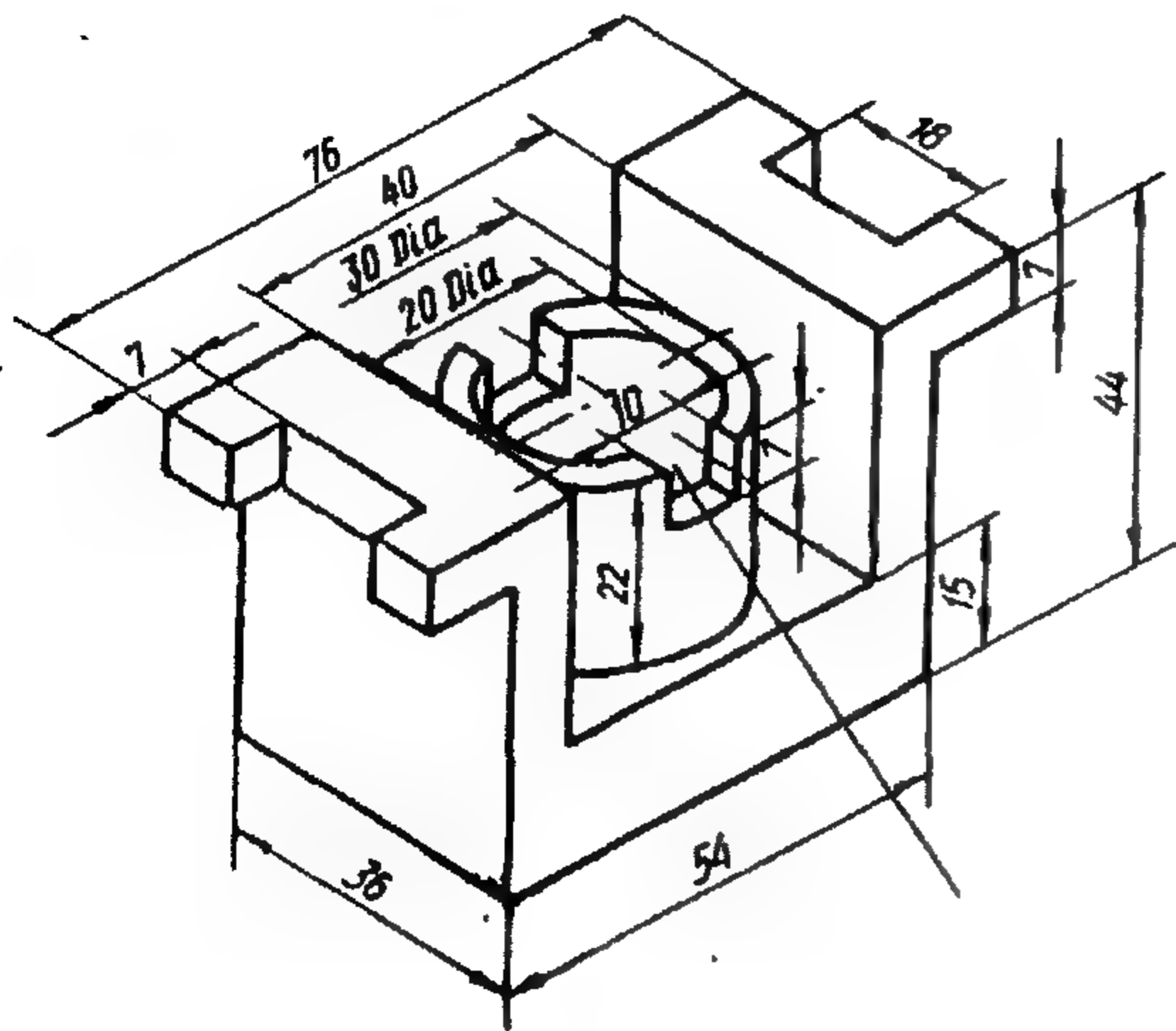


42

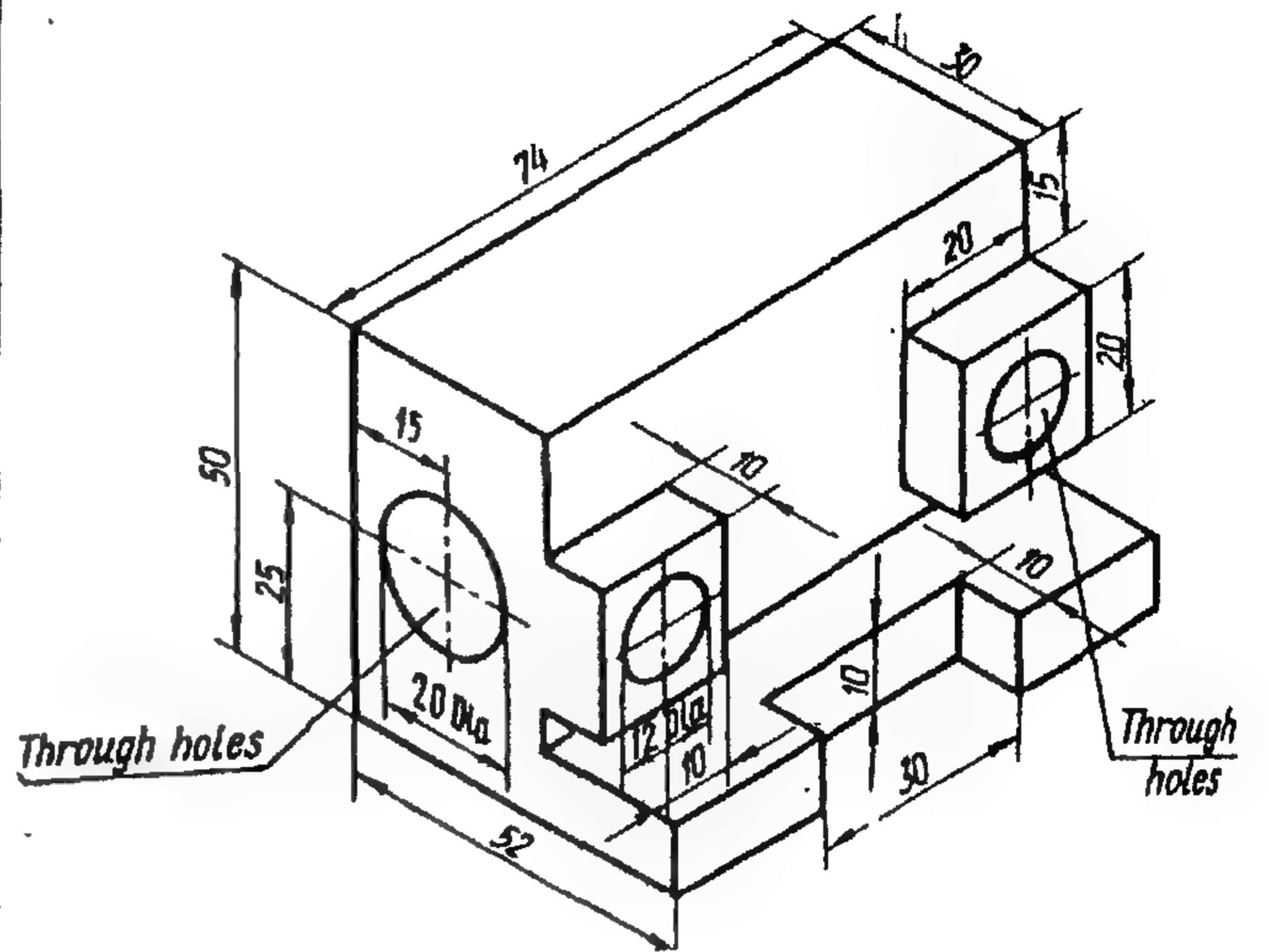


41

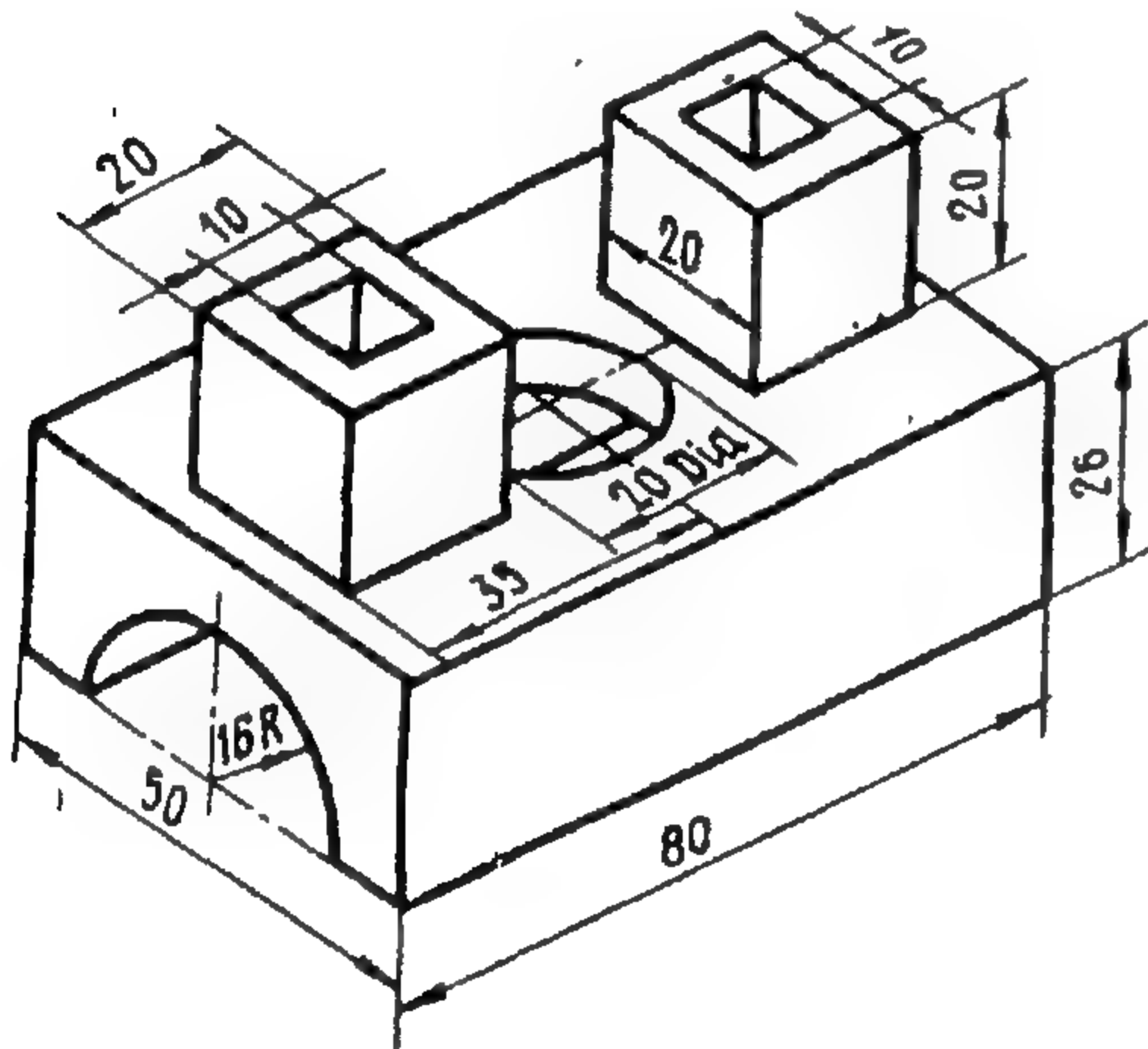




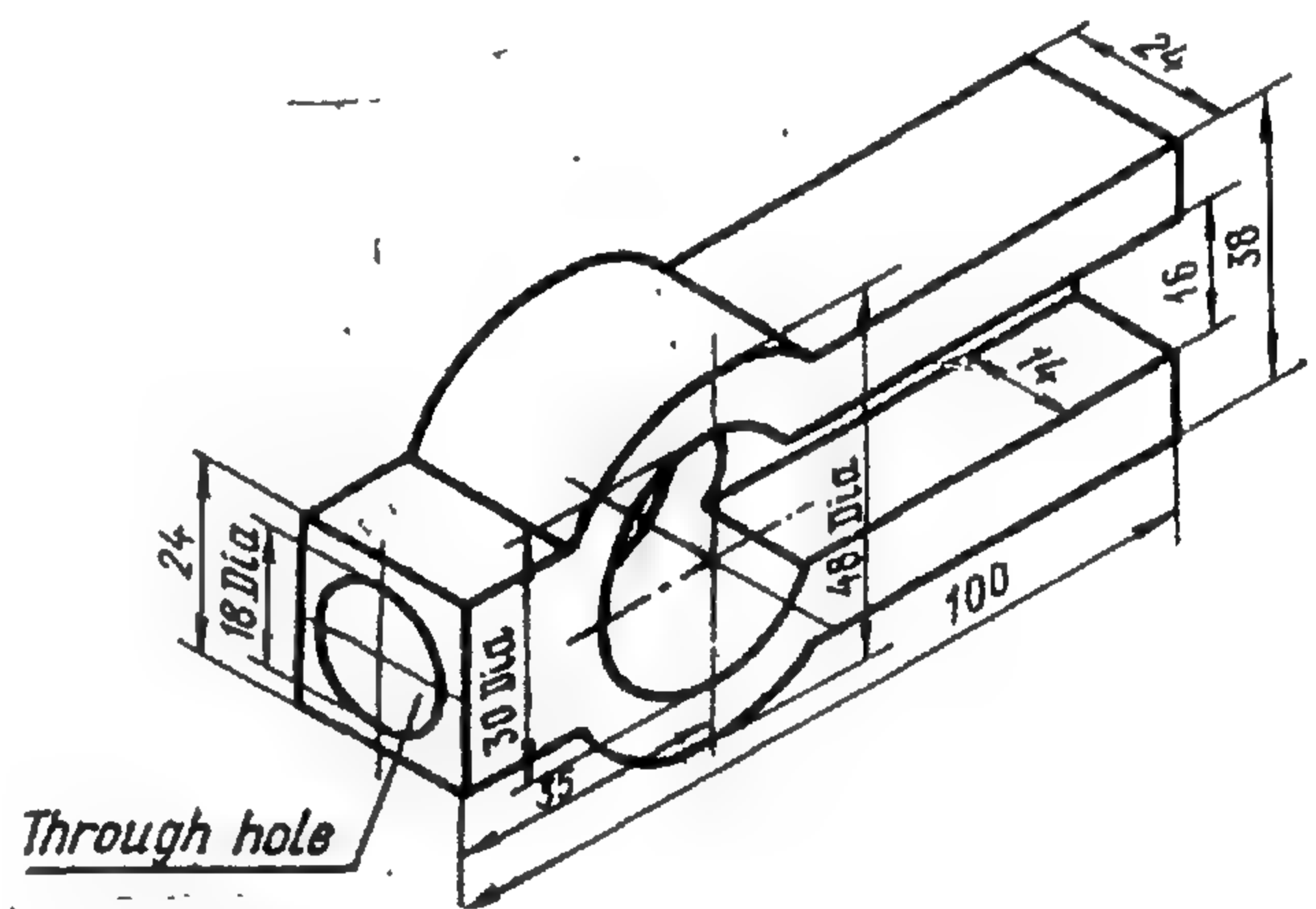
50



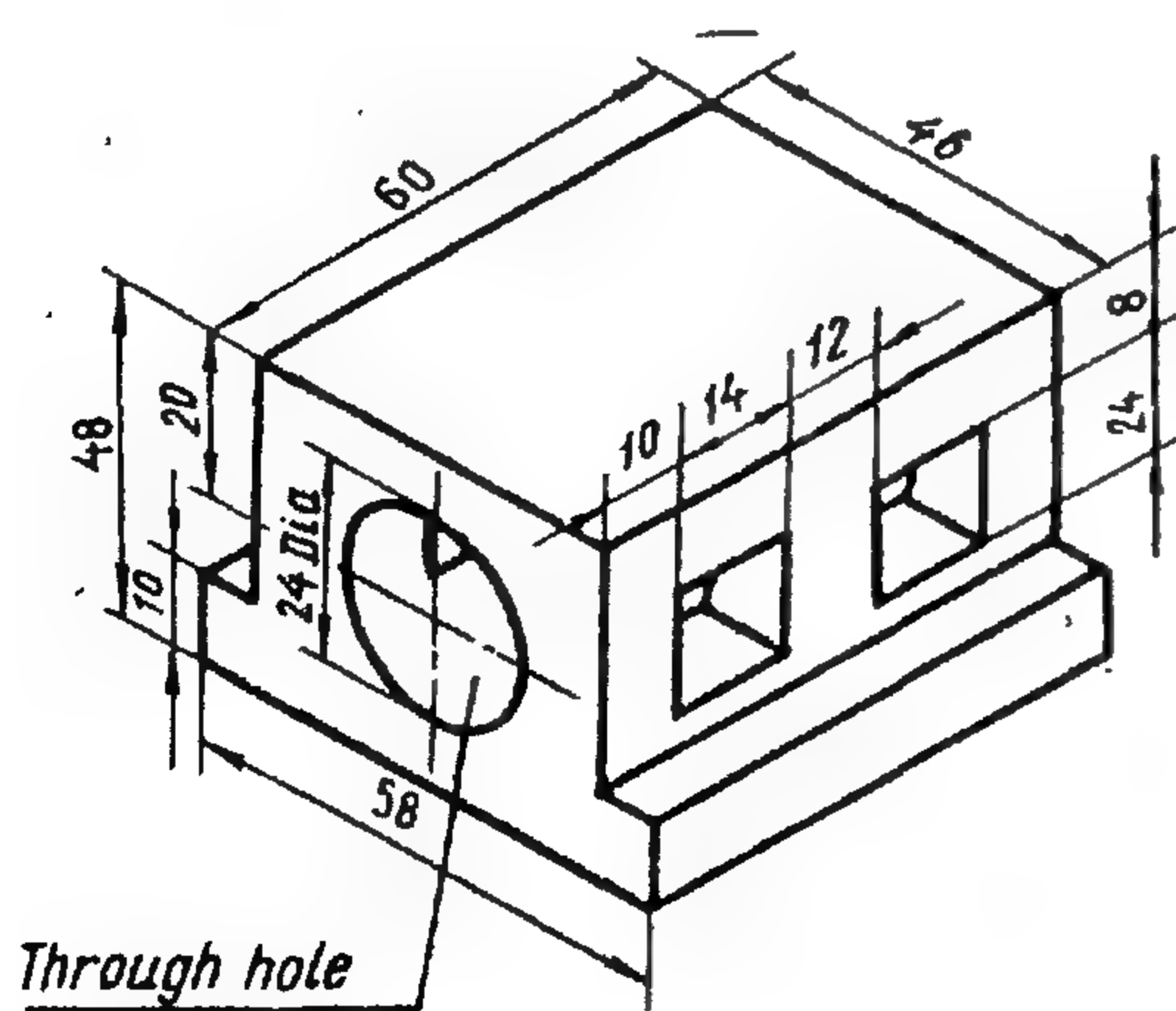
49



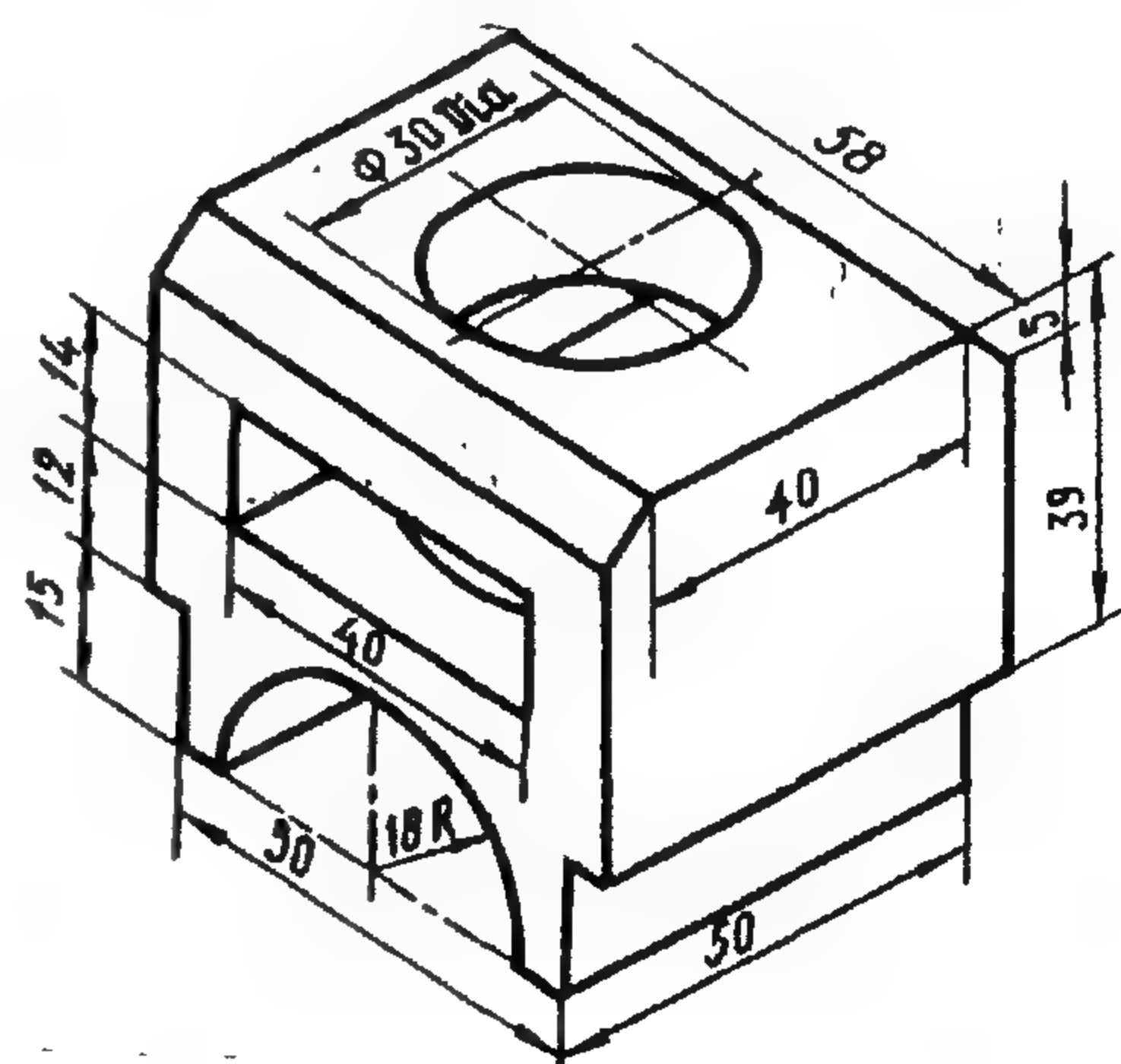
52



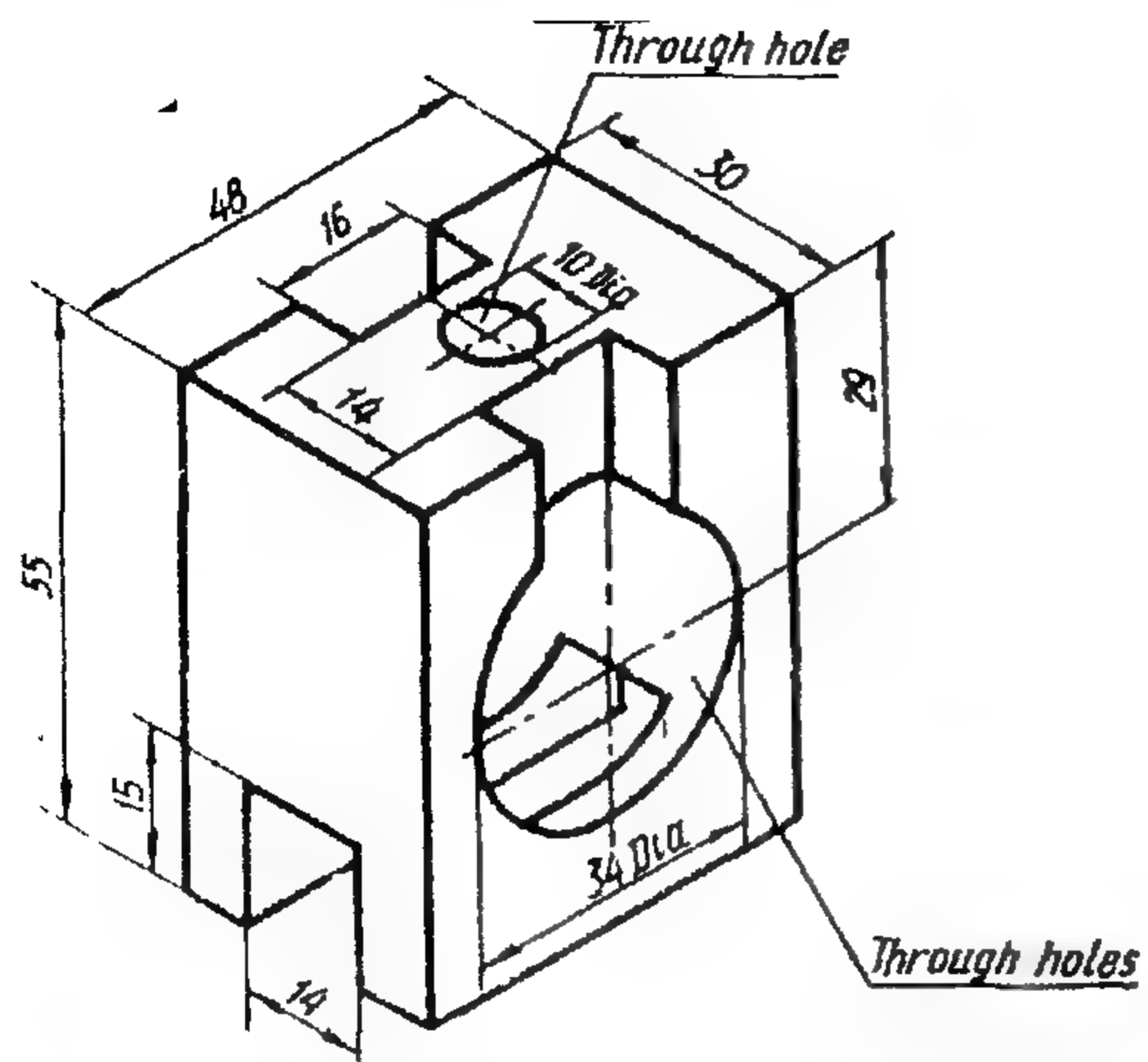
51



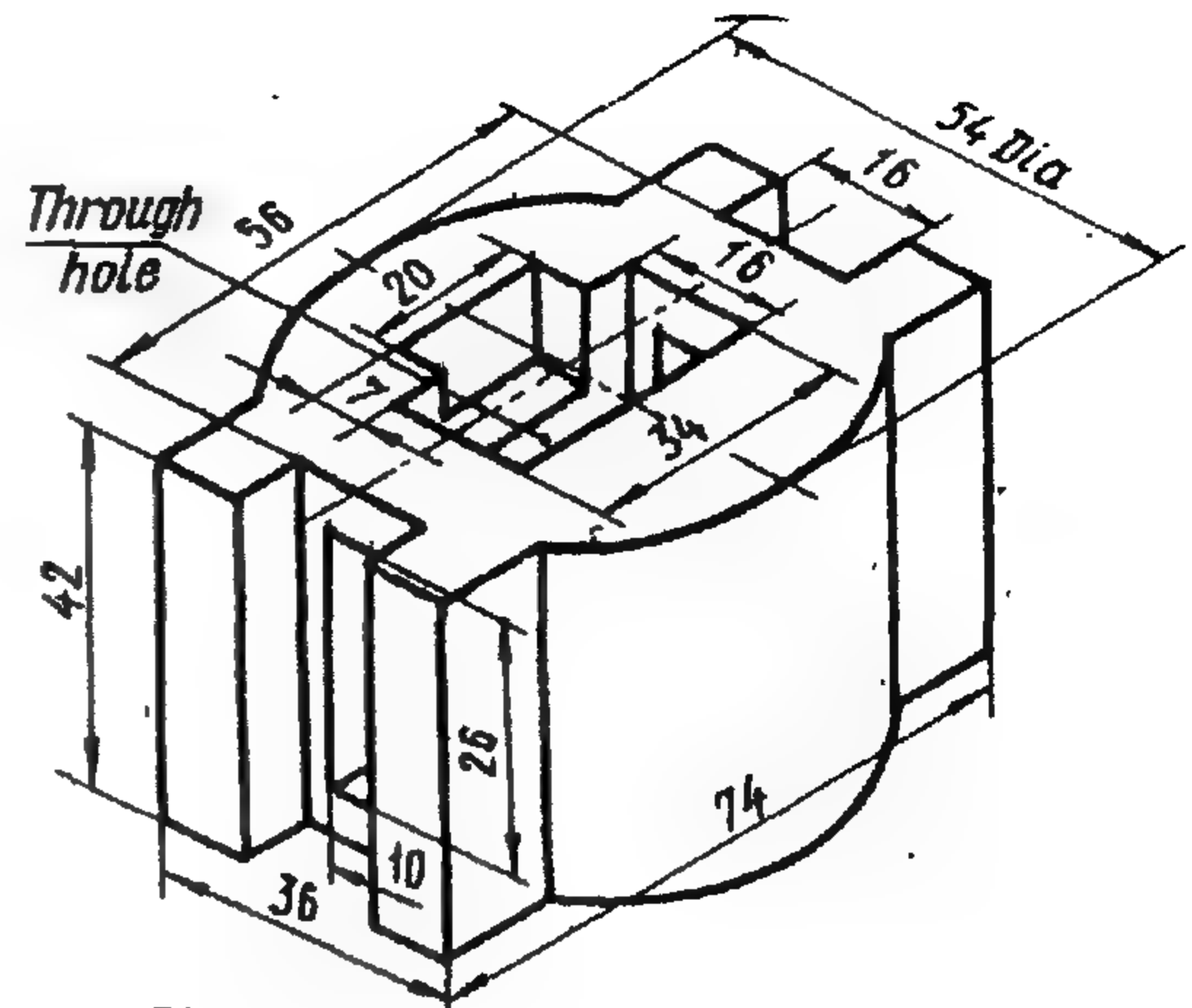
54



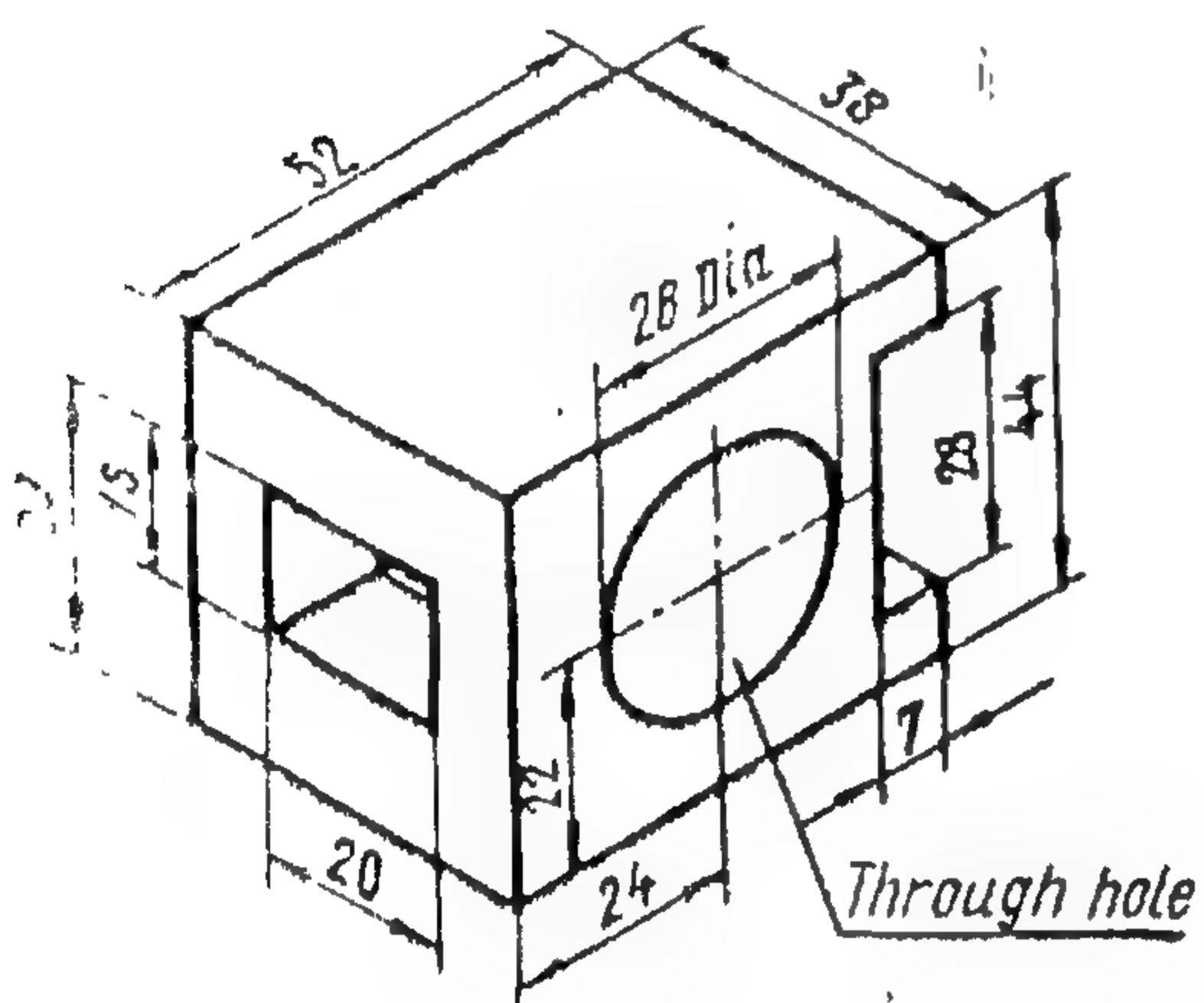
53



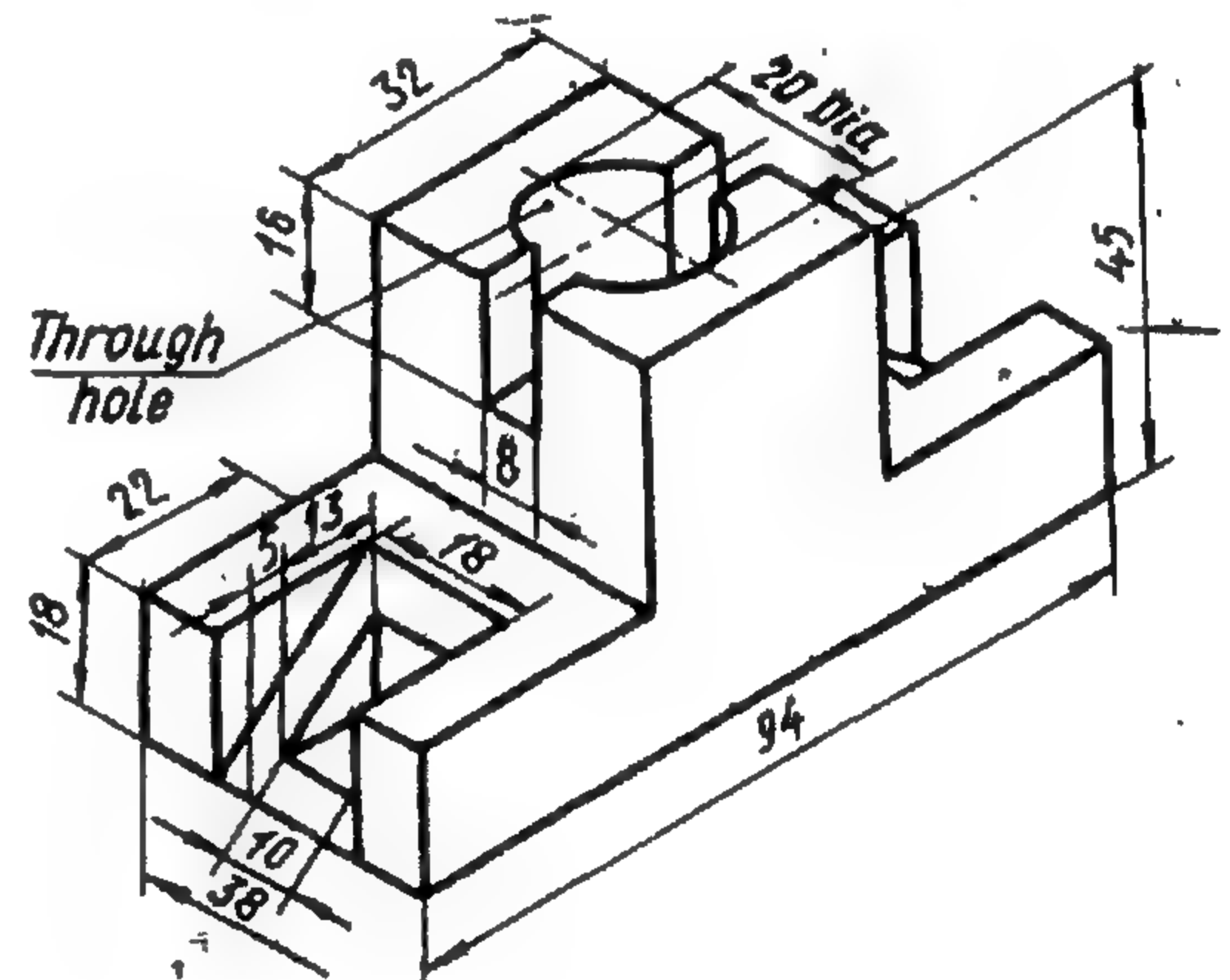
56



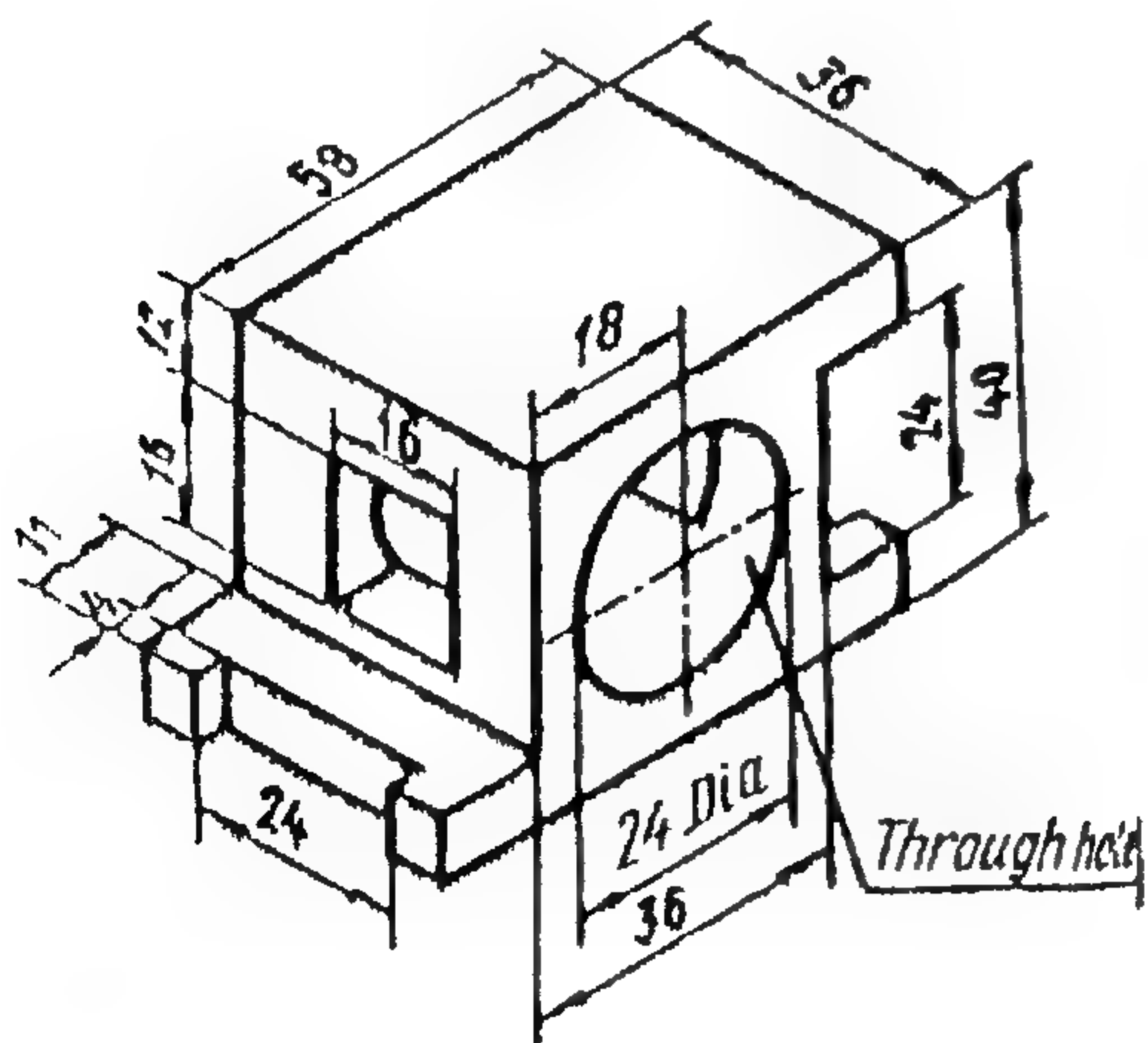
55



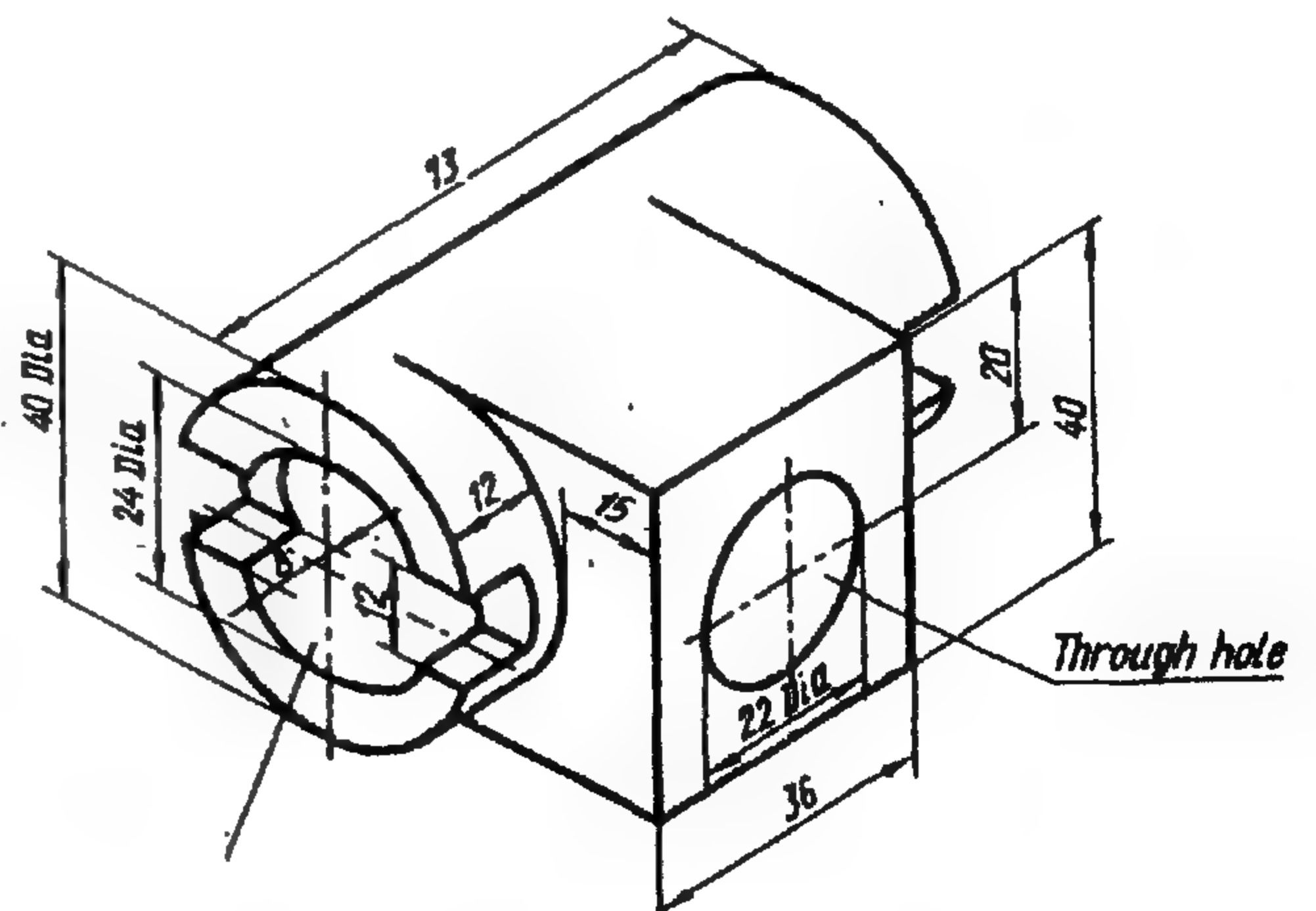
58



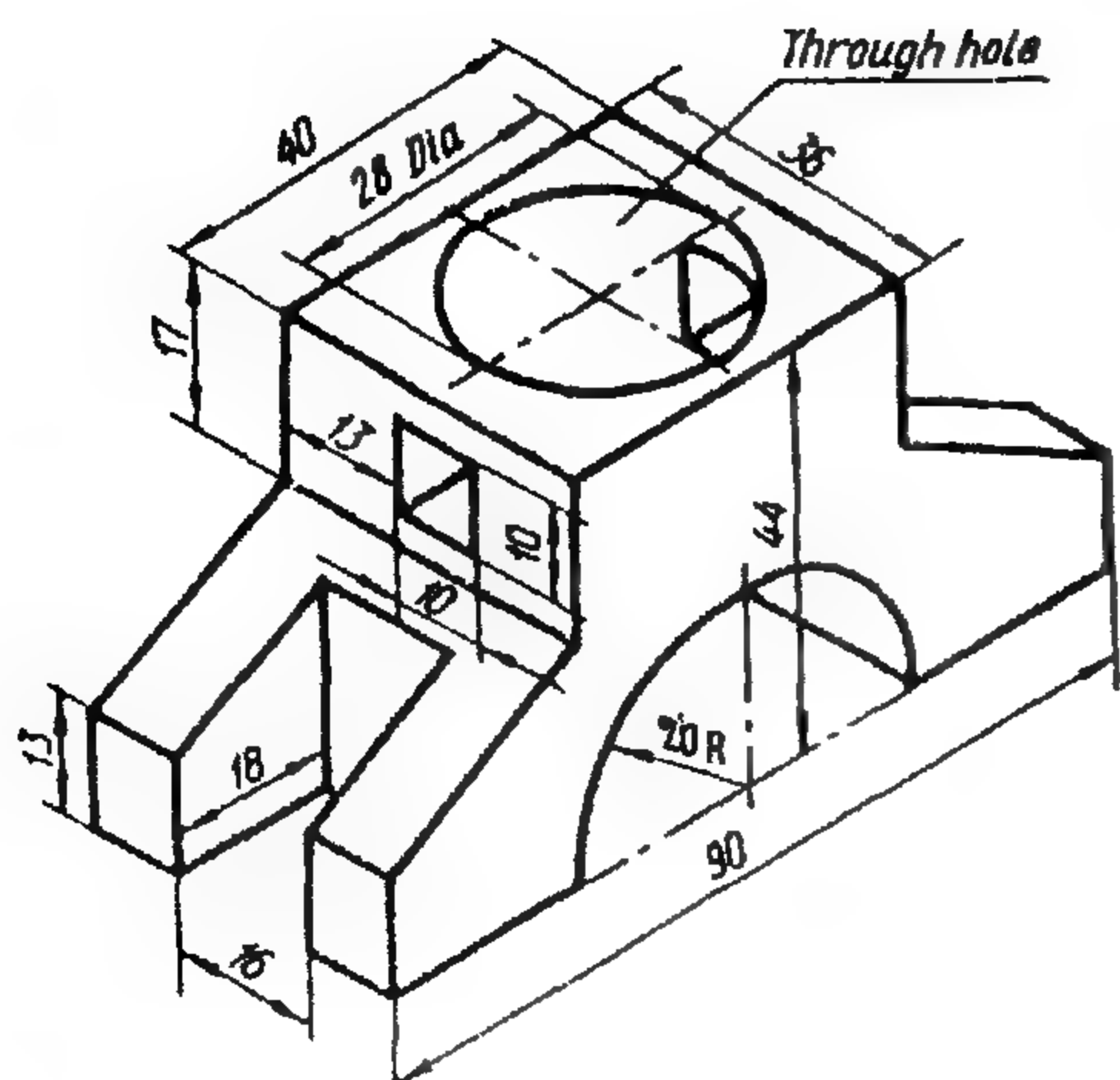
57



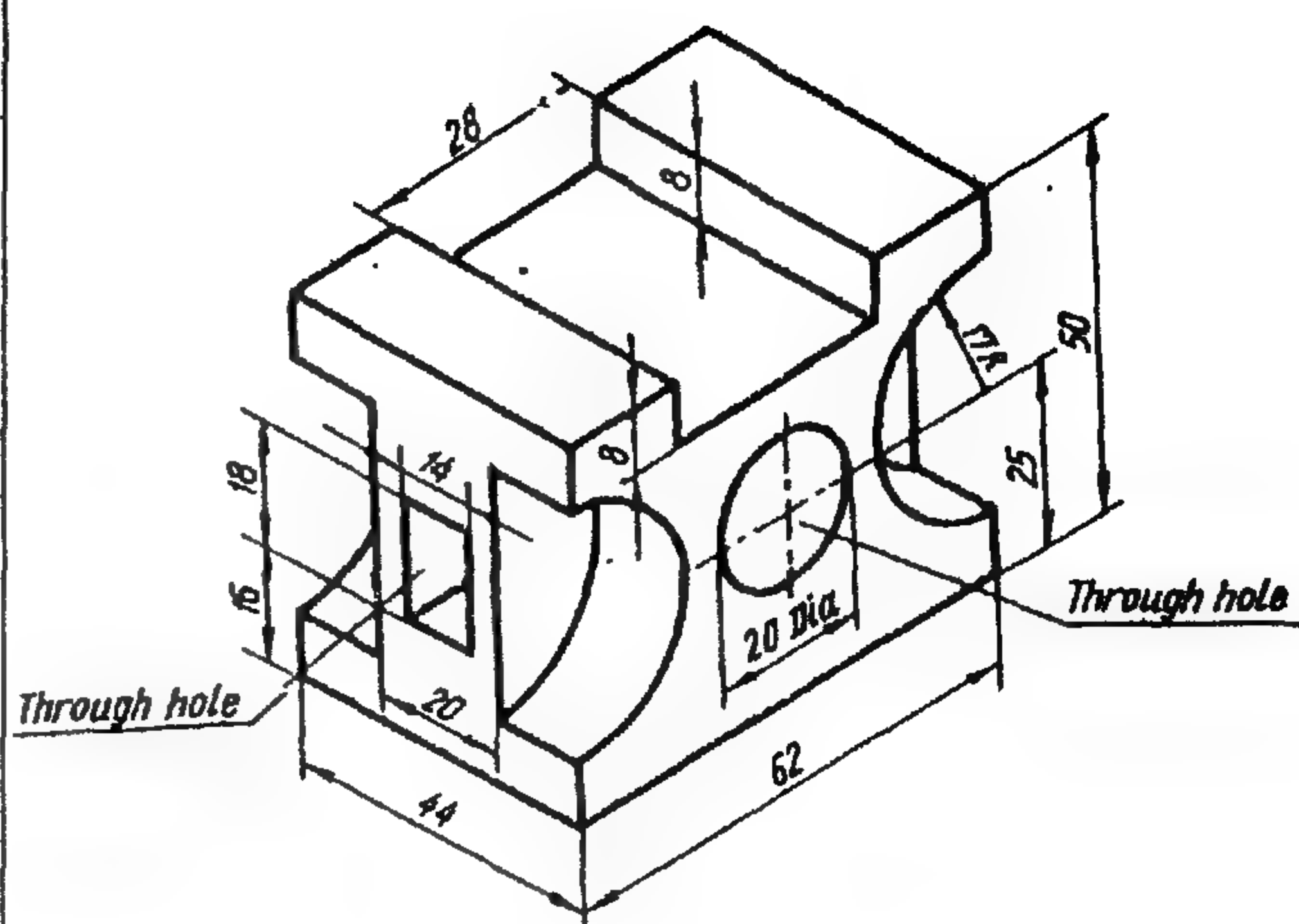
60



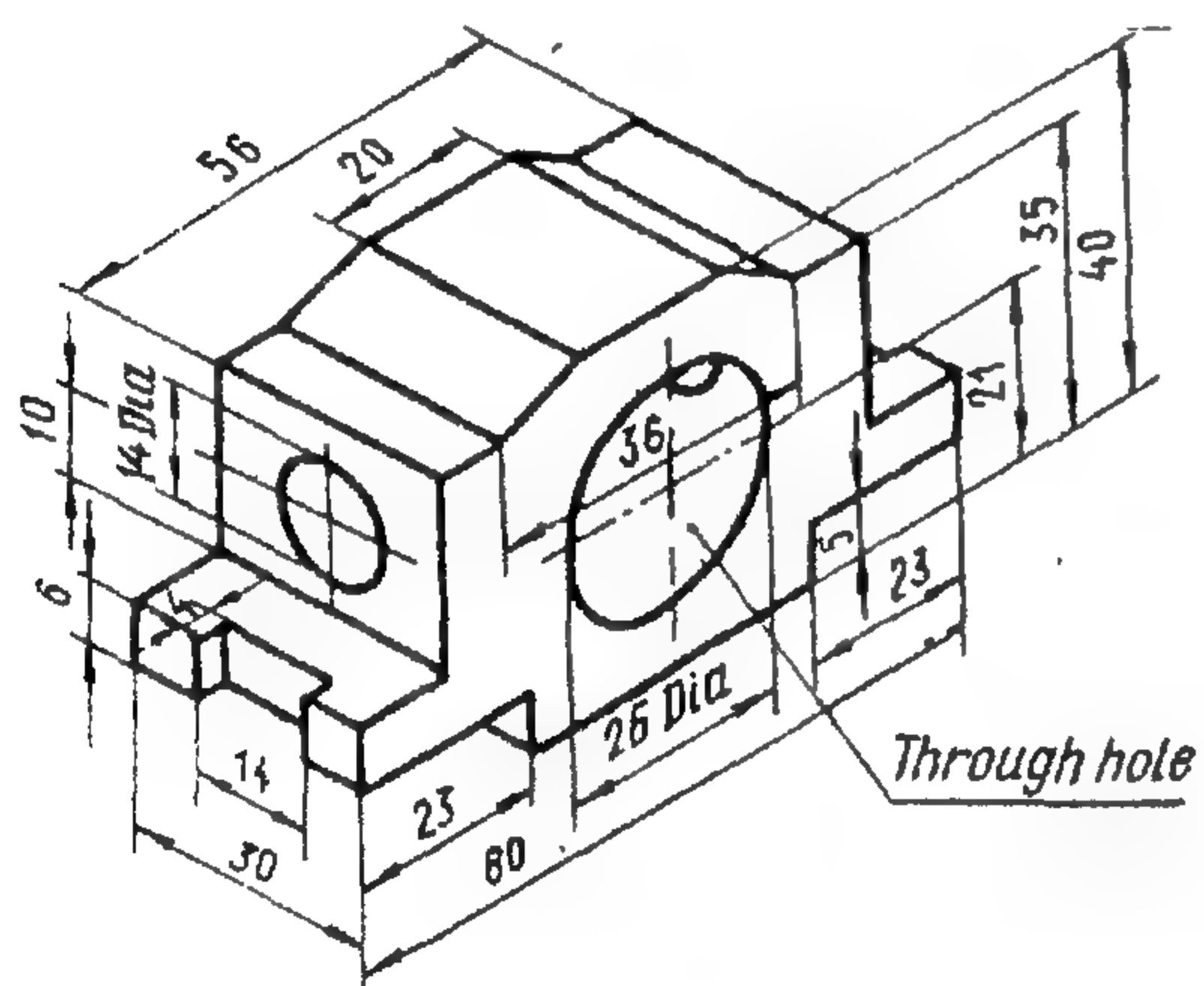
59



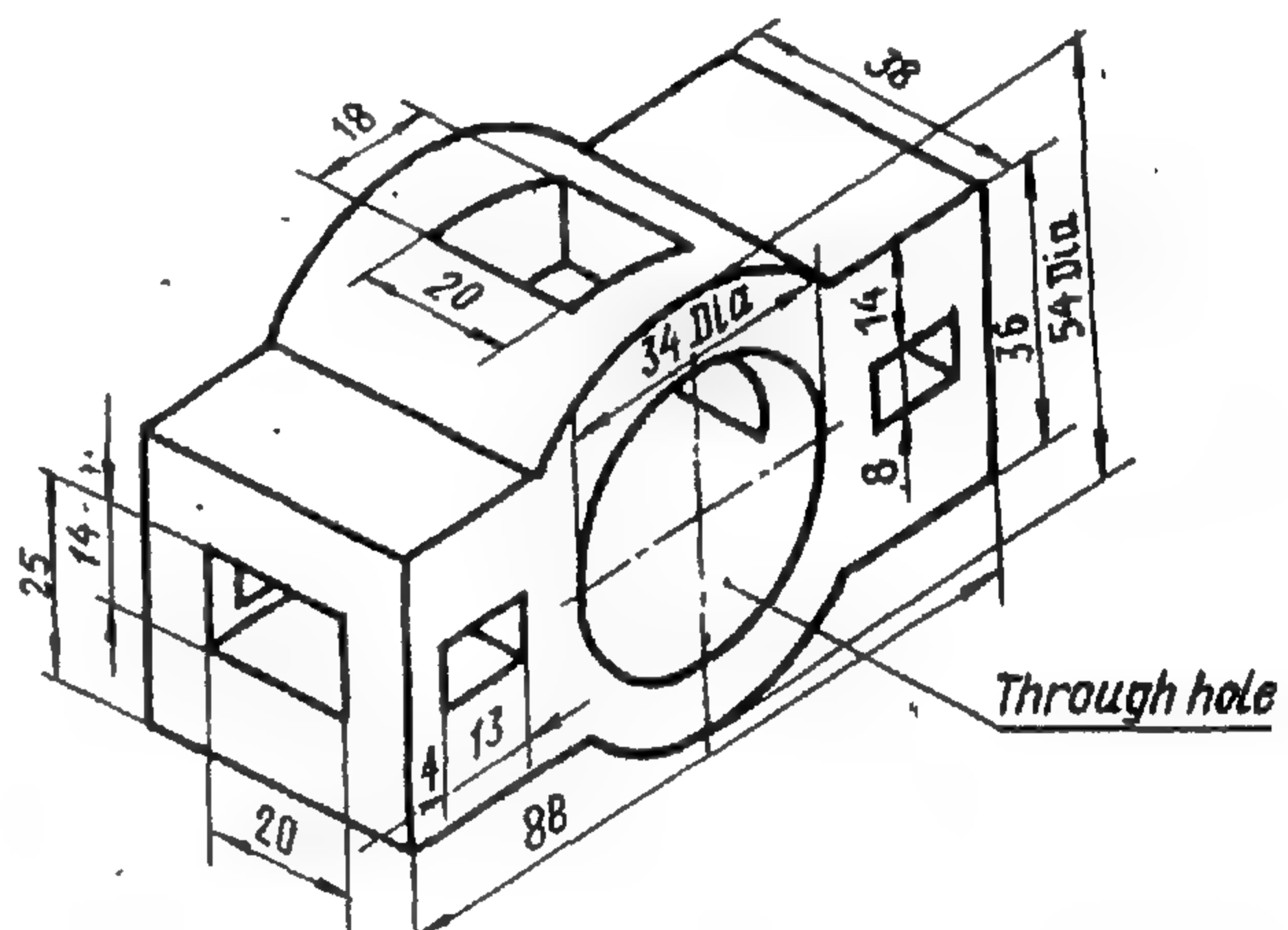
62



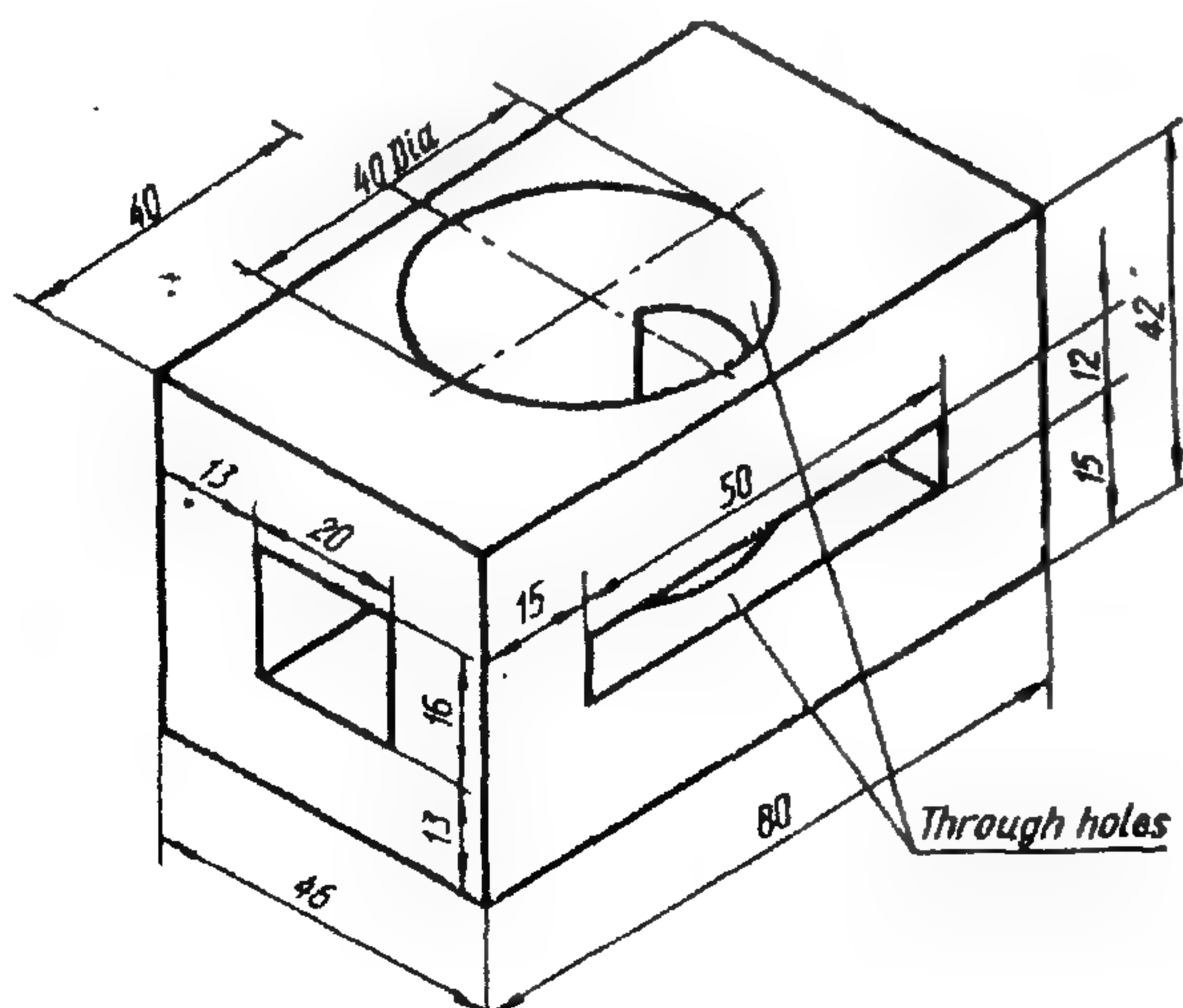
61



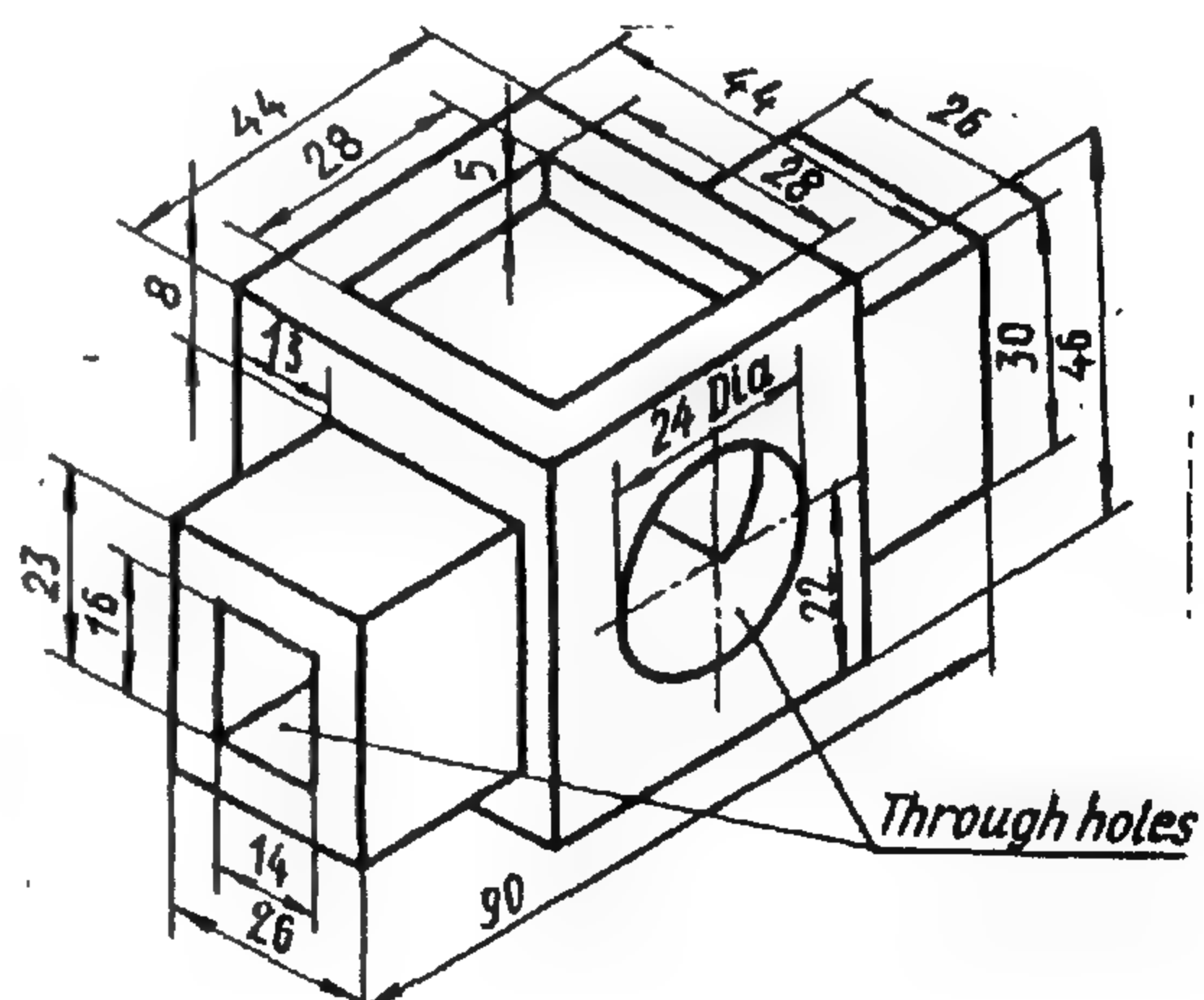
64



63



66



65



الباب الرابع

استنتاج المسقط الثالث

مقدمة

تعرفنا في الباب السابق عن نظرية الإسقاط وكيفية استنتاج المساقط الثلاثة من خلال النظر في ثلاثة اتجاهات إلى الجسم، وسوف نتعرض في هذا الباب على استنتاج المسقط الثالث بمعلومية مسقطين للجسم أو ما يعرف بالمسقط الناقص Missing Projection . وعموماً يكفي لتحديد أبعاد ومواصفات أى جسم معرفة مسقطين له فقط فيما عدا بعض الحالات القليلة التى يتطلب الأمر معرفة المساقط الثلاثة لتحديد أبعاد وشكل الجسم.

من خلال التدريبات على استنتاجات المساقط الثلاثة في الباب السابق. خرجنا منها بعض الحقائق وهما: المسقط الرأسى والمسقط الجانبى لا بد وأن يكونا على استقامة أفقية واحدة. وكذلك المسقط الرأسى والمسقط الأفقى لا بد أن يكونا على استقامة رأسية واحدة.

ولاحظنا أيضاً وجود أبعاد مشتركة بين كل مسقطين فالارتفاعات أبعاد مشتركة بين المسقط الرأسى والجانبى. والأطوال أبعاد مشتركة بين المسقط الرأسى والأفقى ولعرض بعد مشترك بين المسقط الأفقى والجانبى.

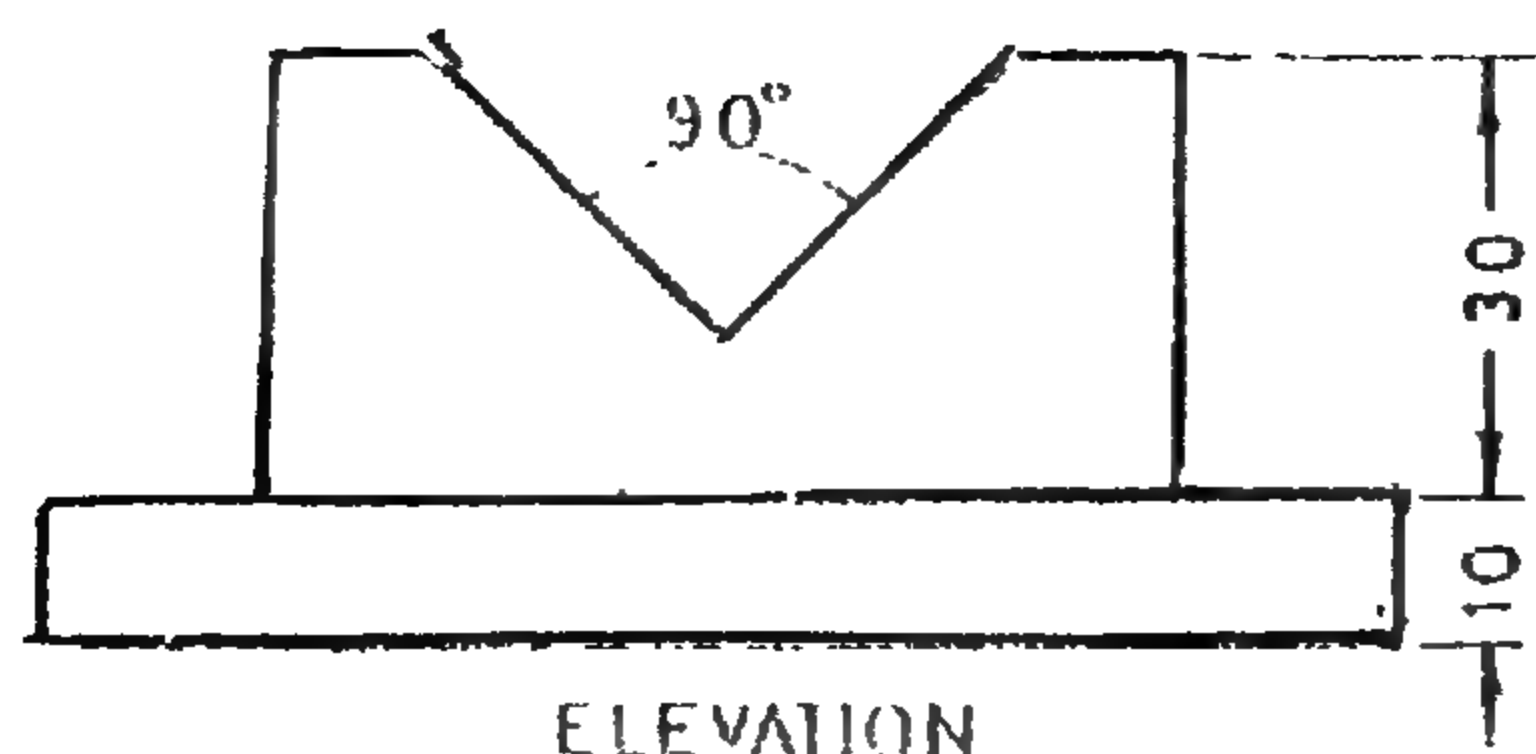
نصائح لاستنتاج المسقط الثالث:

بالإضافة لأهمية قراءة المسقطين المعلومين عند استنتاج المسقط الثالث ينصح بإسقاط كل جزء على حدة مع إدخال تأثير كل جزء على الآخر عند إضافته. ثم أبدأ بإسقاط الأجزاء التى تعتبر رئيسية أولاً مثل القواعد ثم تضاف بعد ذلك الأجزاء المرتبطة بها.

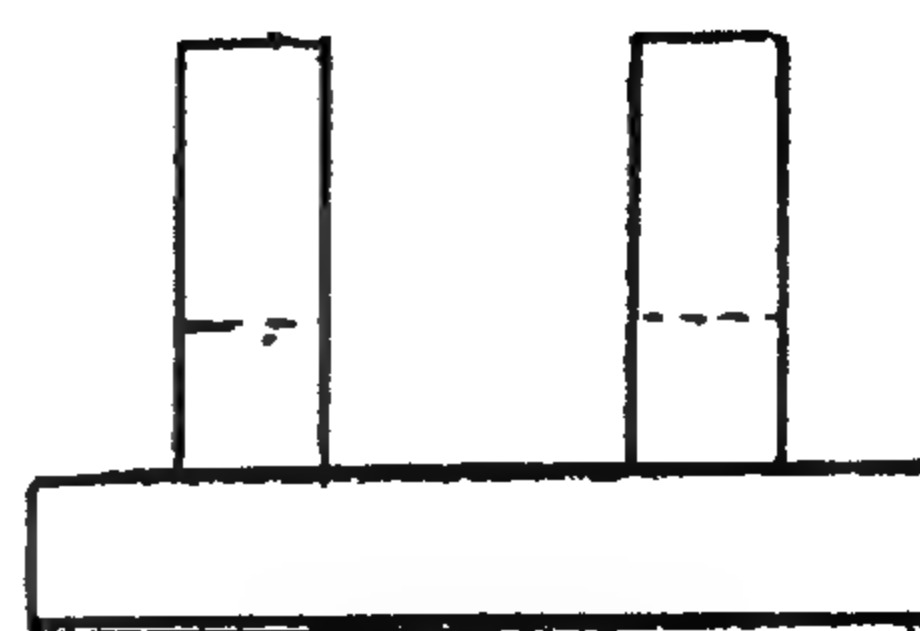
ولاحظنا أيضاً وجود أبعاد مشتركة بين كل مسقطين فالارتفاعات أبعاد مشتركة بين المسقط الرأسى والجانبى. والأطوال أبعاد مشتركة بين المسقط الرأسى والأفقى ولعرض بعد مشترك بين المسقط الأفقى والجانبى.

أمثلة على استنتاج المسقط الثالث

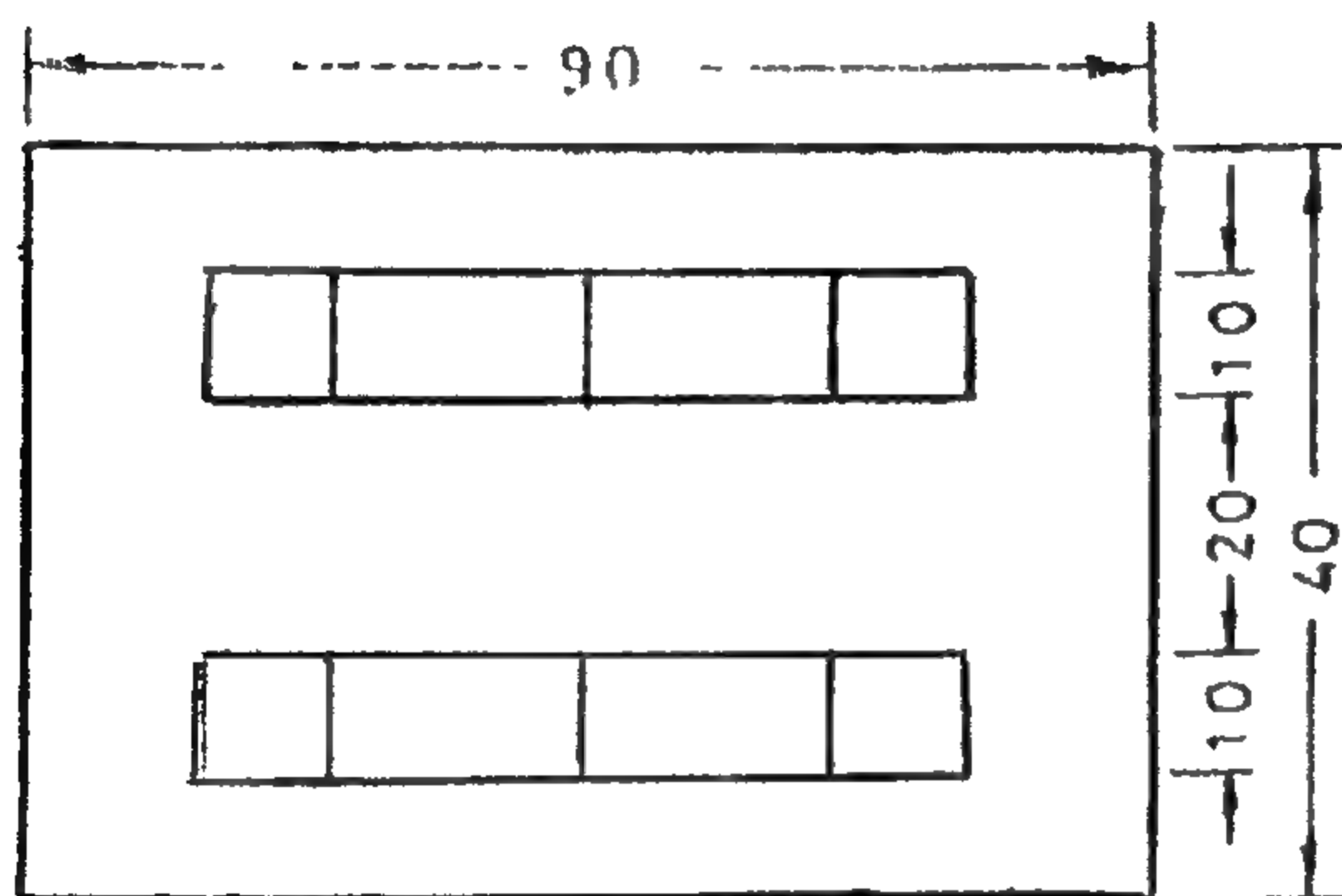
وللتدريب على استنتاج المسقط الثالث فيما يلي مجموعة من الأمثلة توضح المساقط الثلاثة وغالباً ما يكون المسقط المطلوب هو المسقط الأفقى أو المسقط الجانبى لذلك قم بحذف أحد المسقطين الأفقى أو الجانبى واستنتج بمعرفتك المسقط الثالث من الأمثلة التالية



ELEVATION

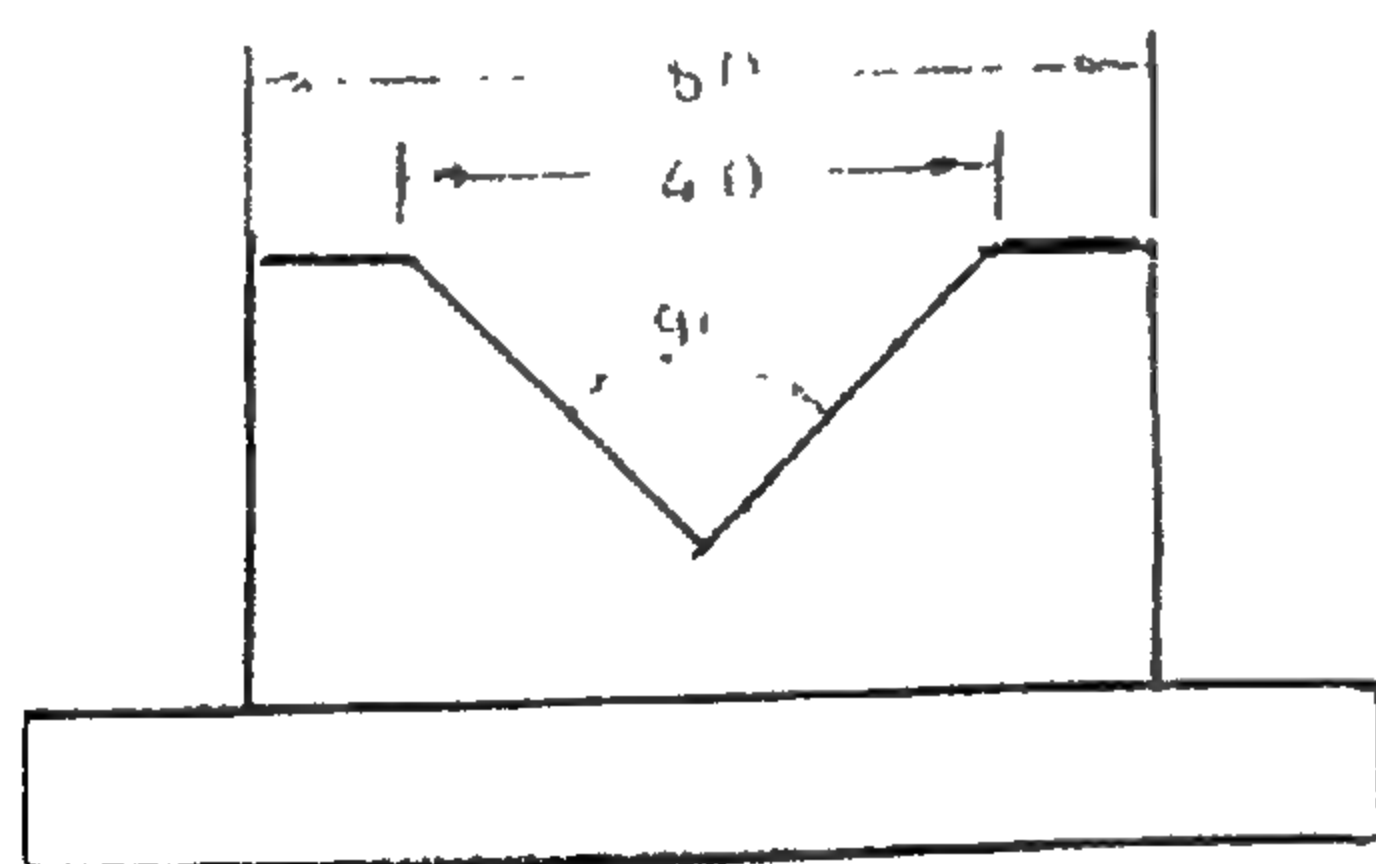


SIDE VIEW

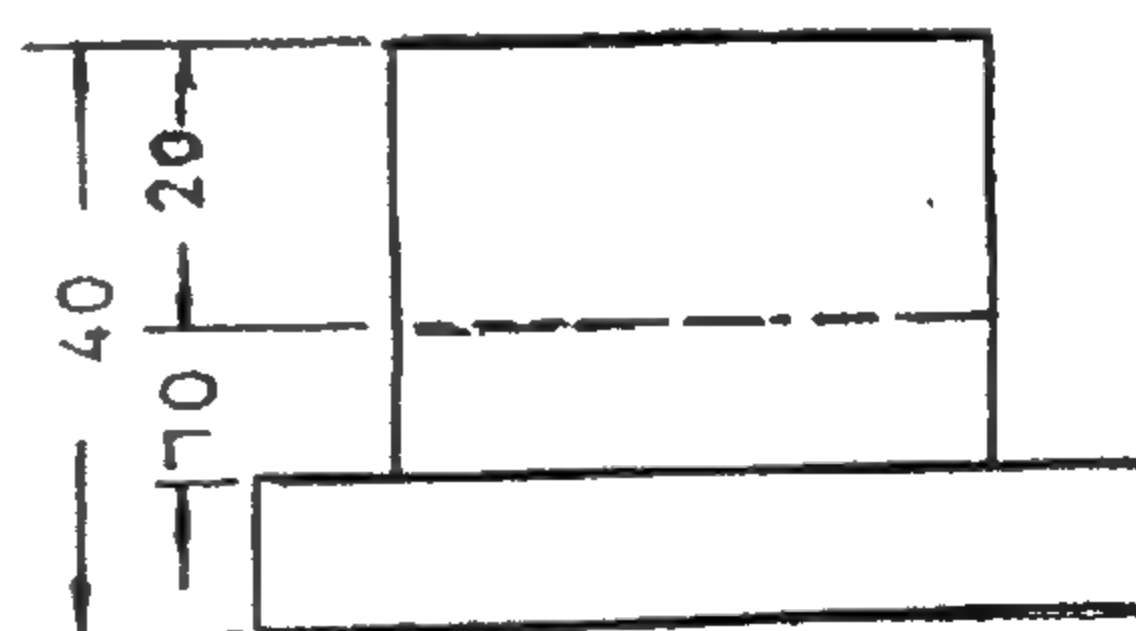


PLAN

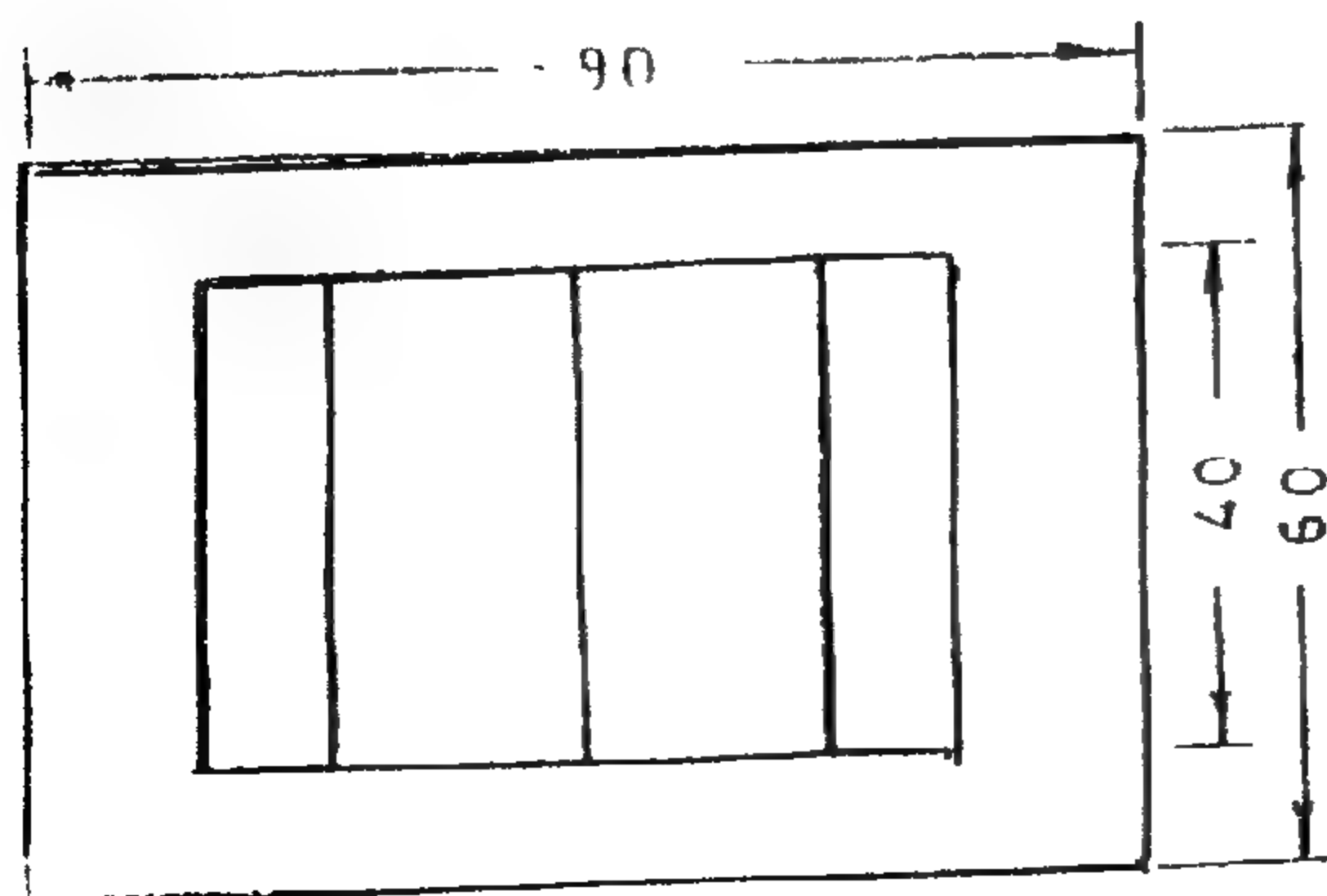
1



ELEVATION

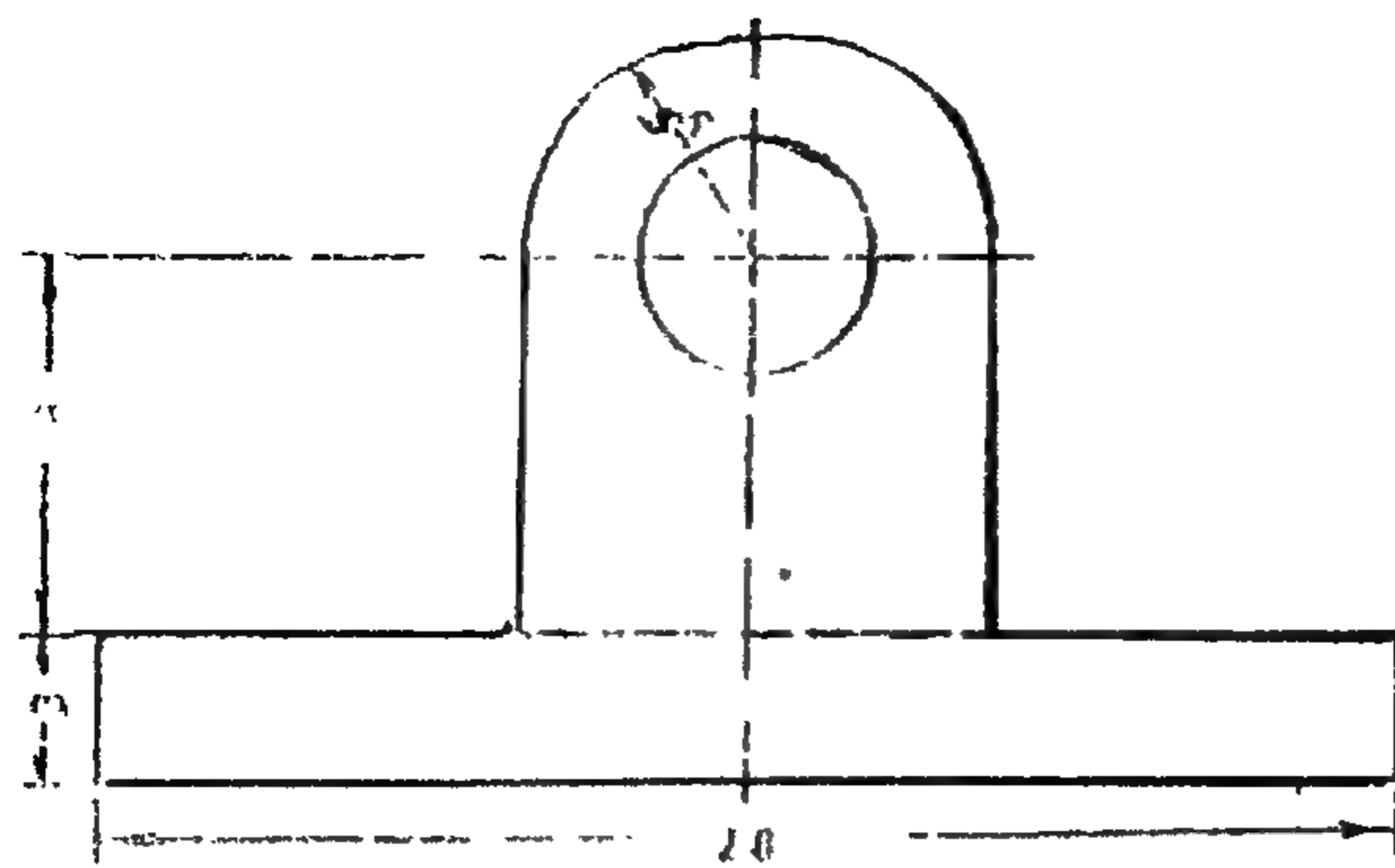


SIDE VIEW

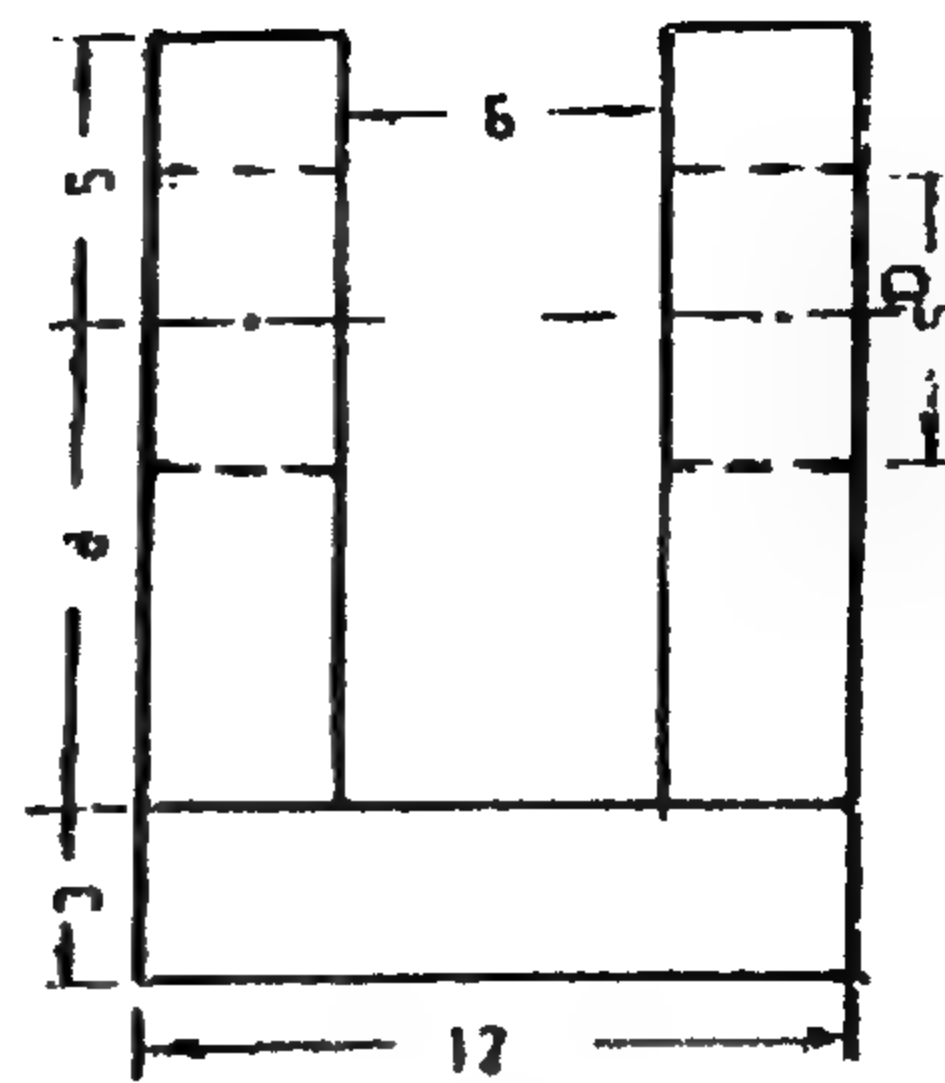


PLAN

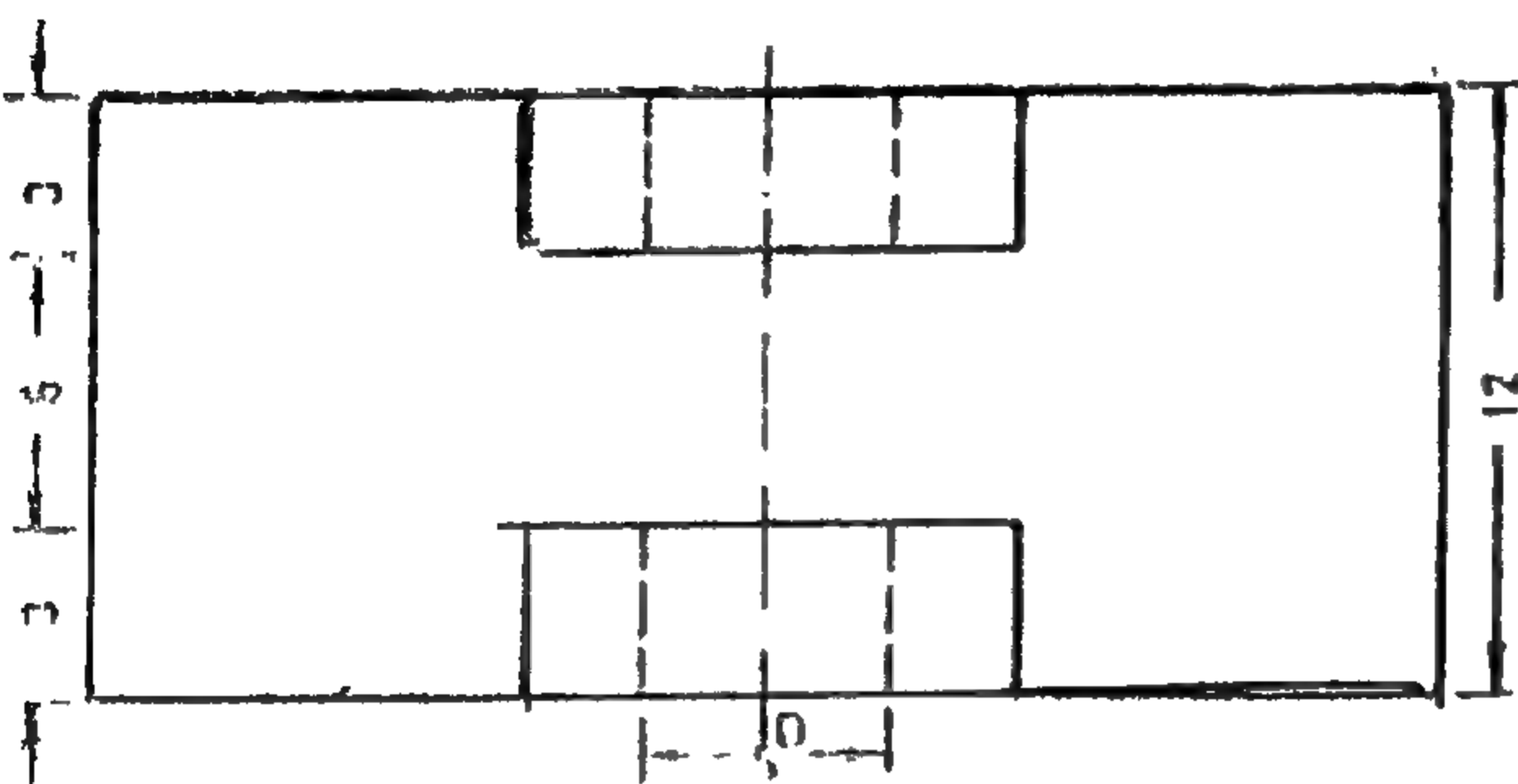
2



ELEVATION

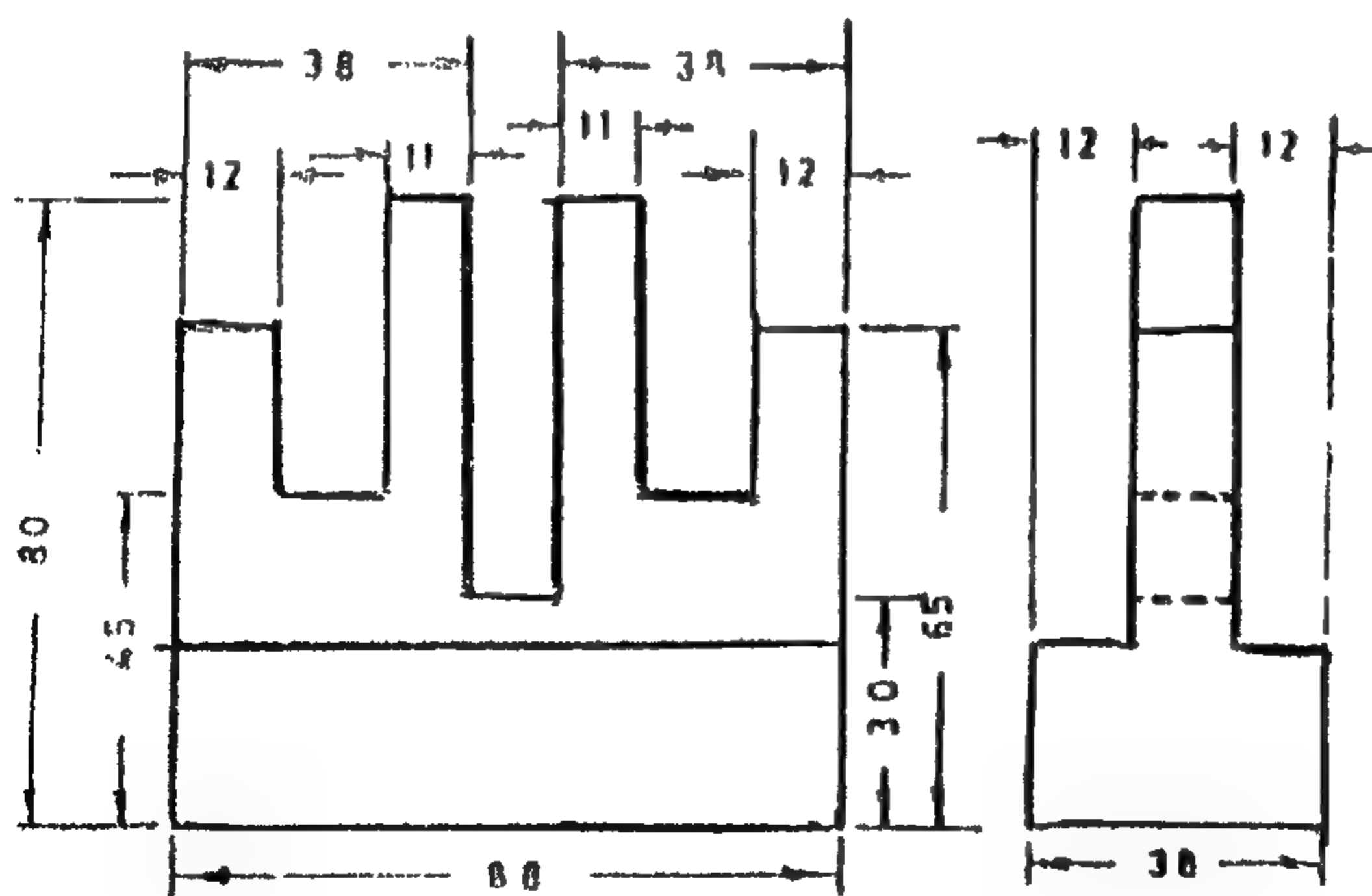


SIDE VIEW

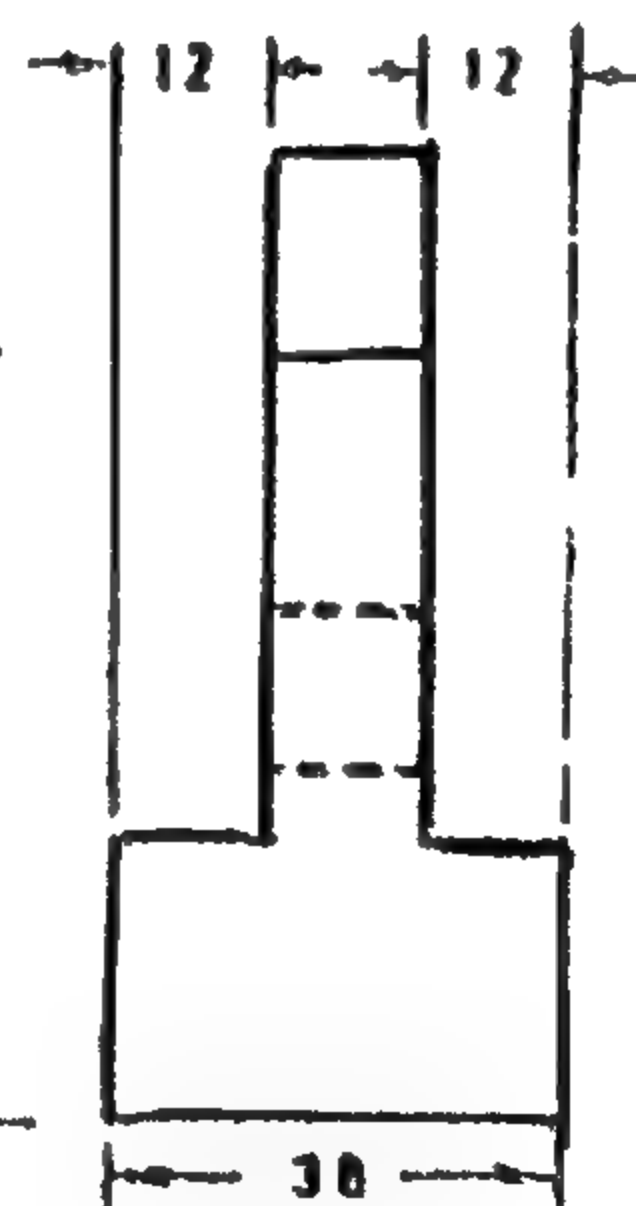


PLAN

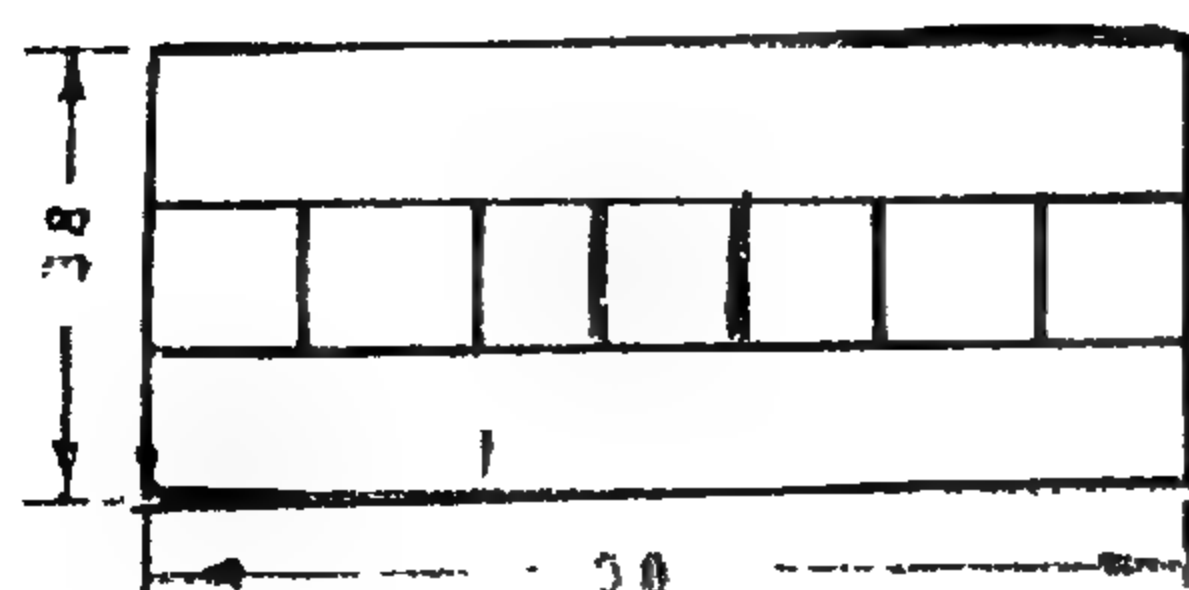
3



ELEVATION

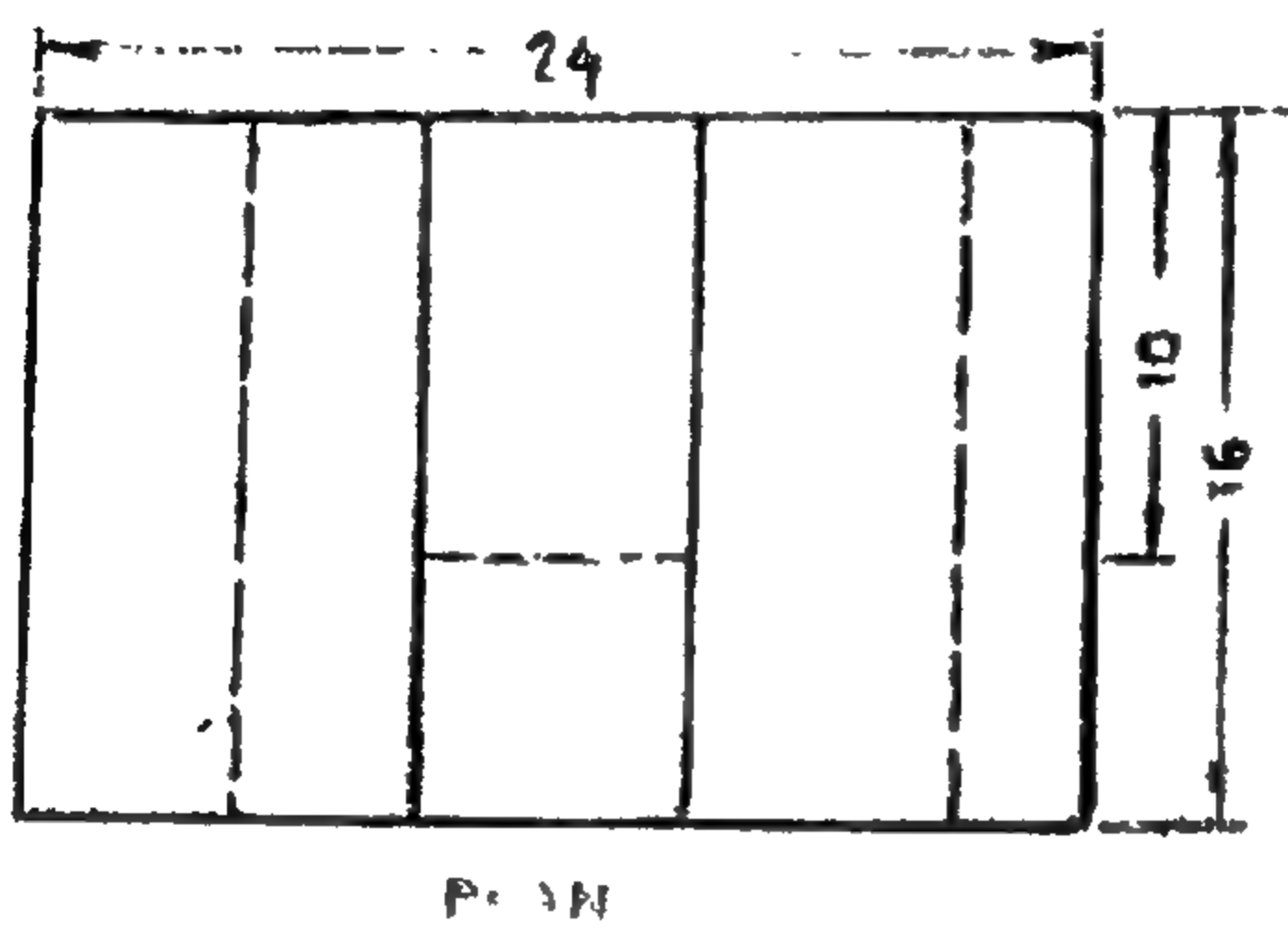
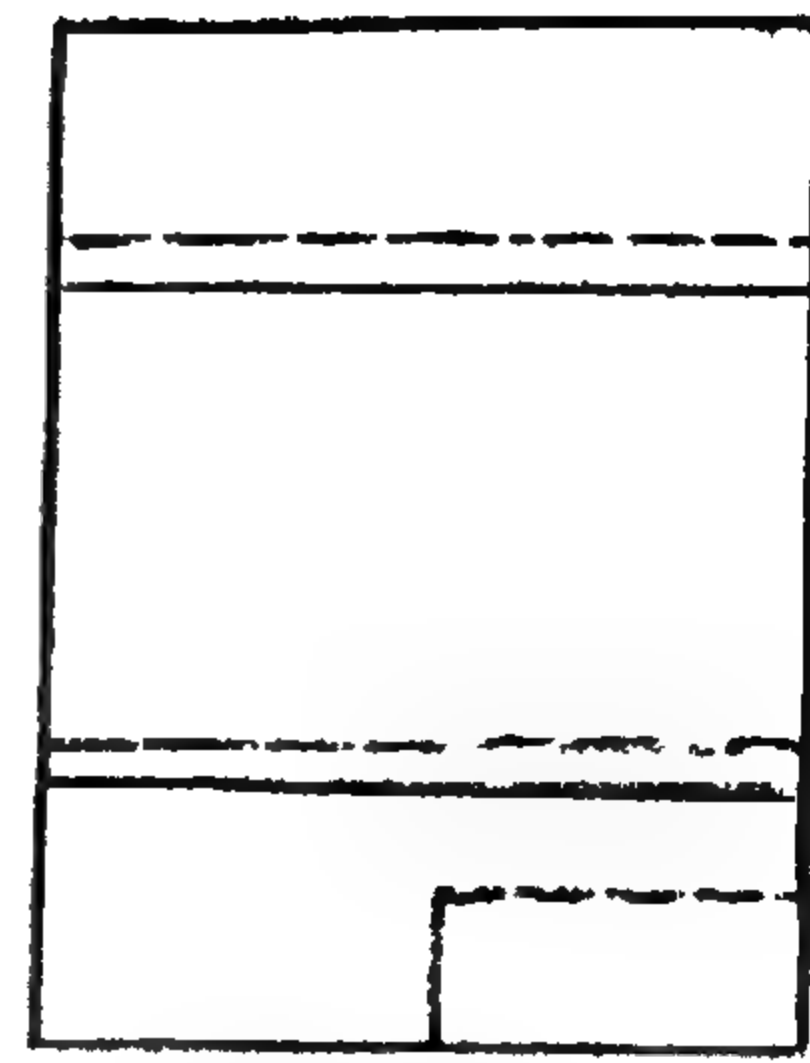
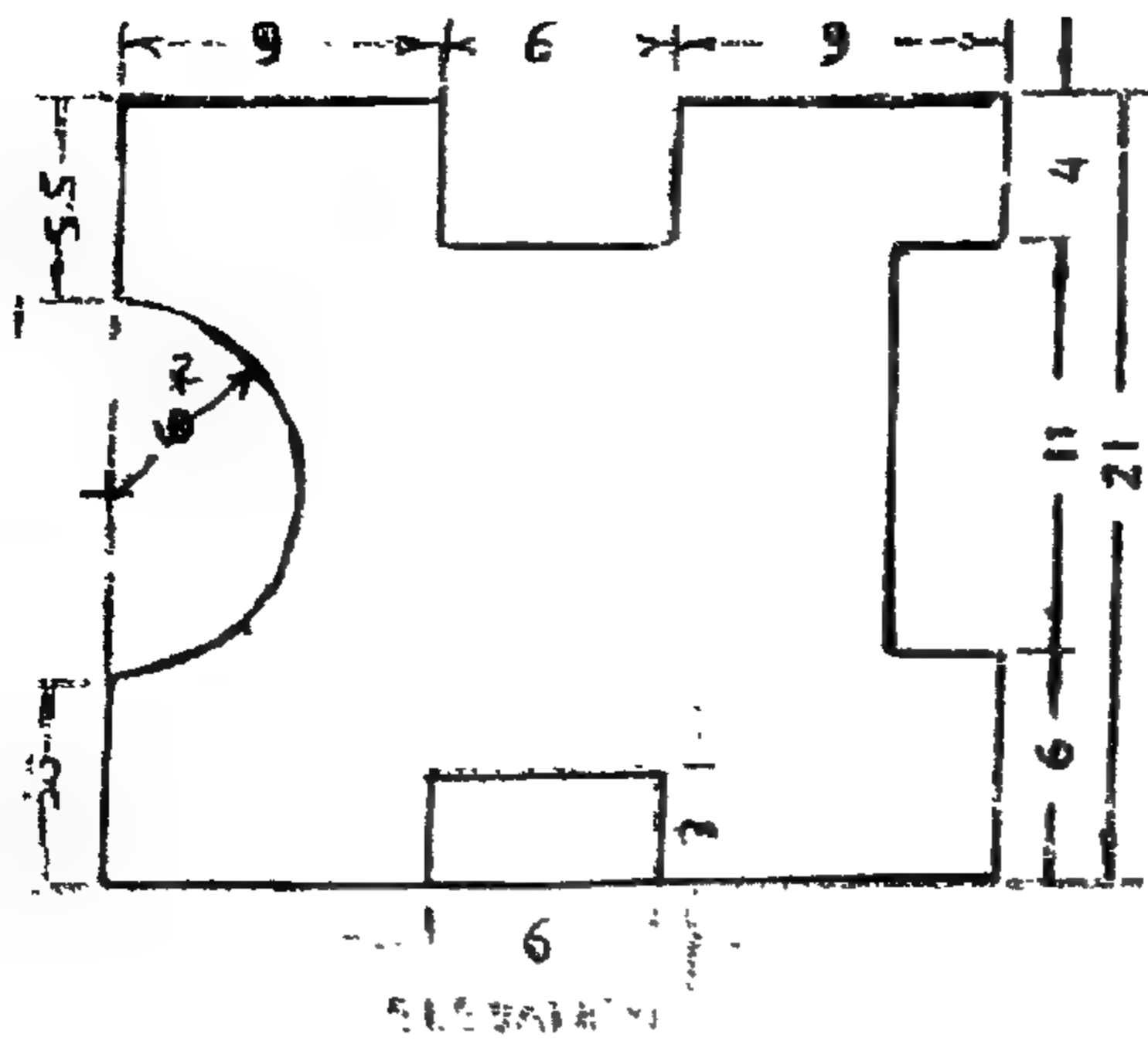


SIDE VIEW

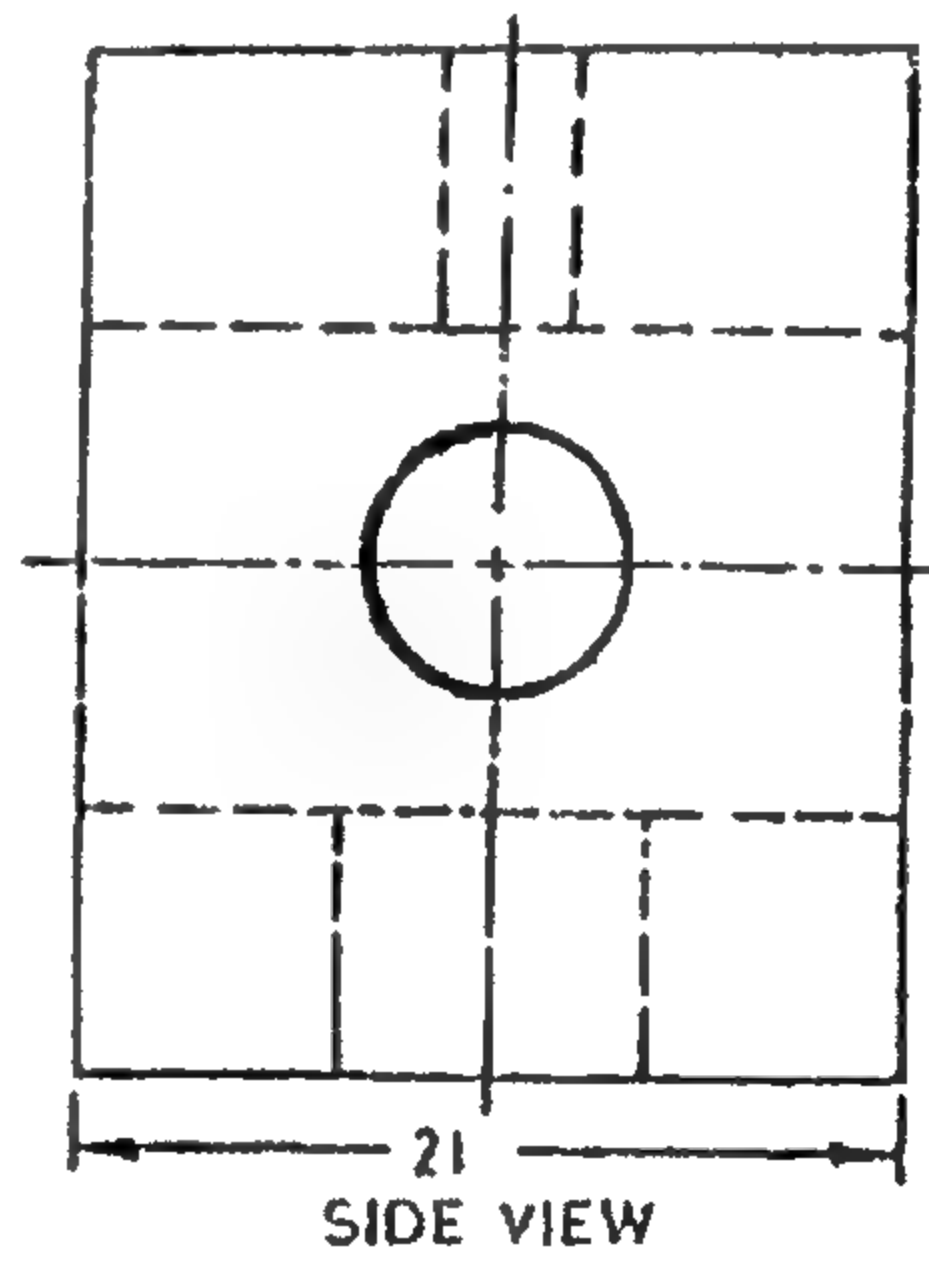
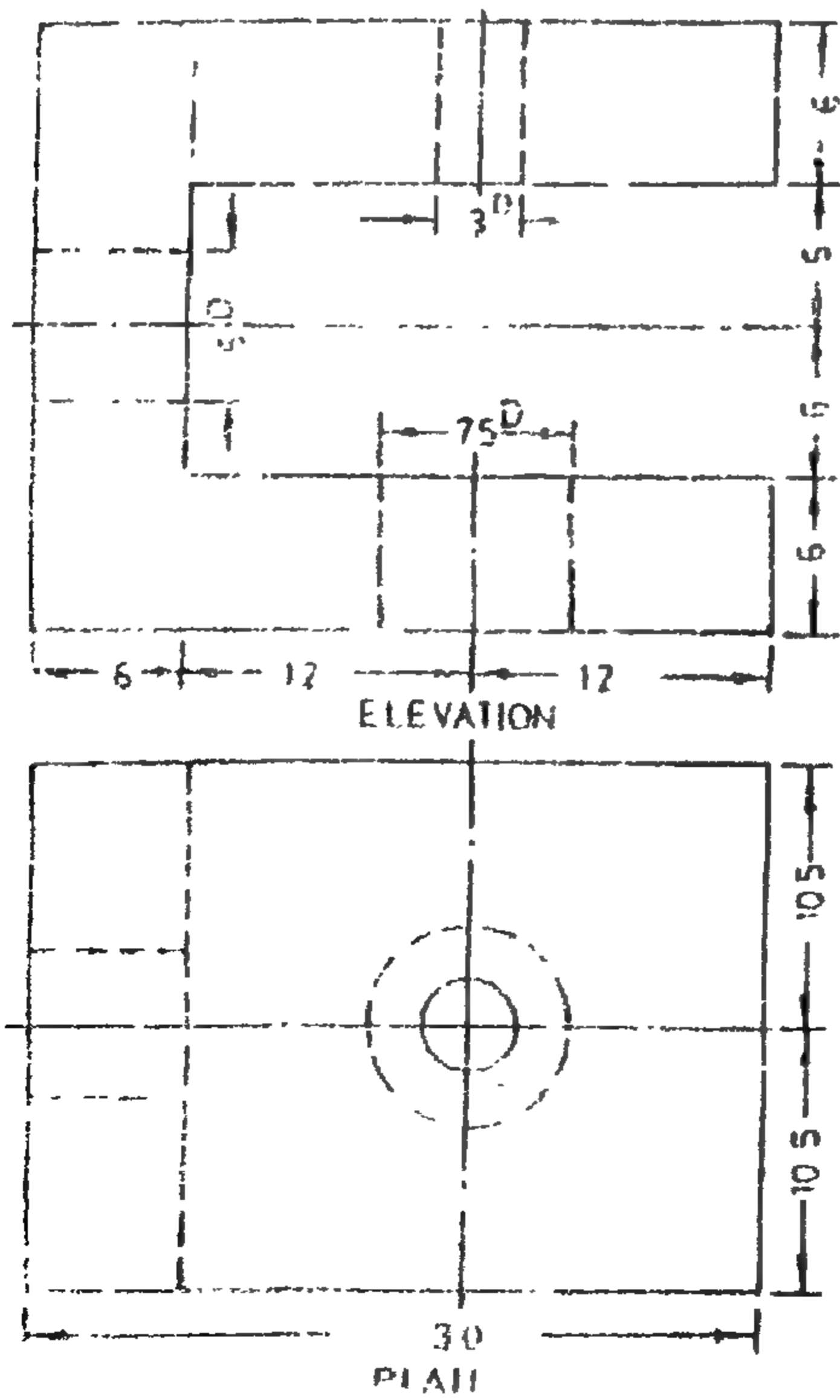


PLAN

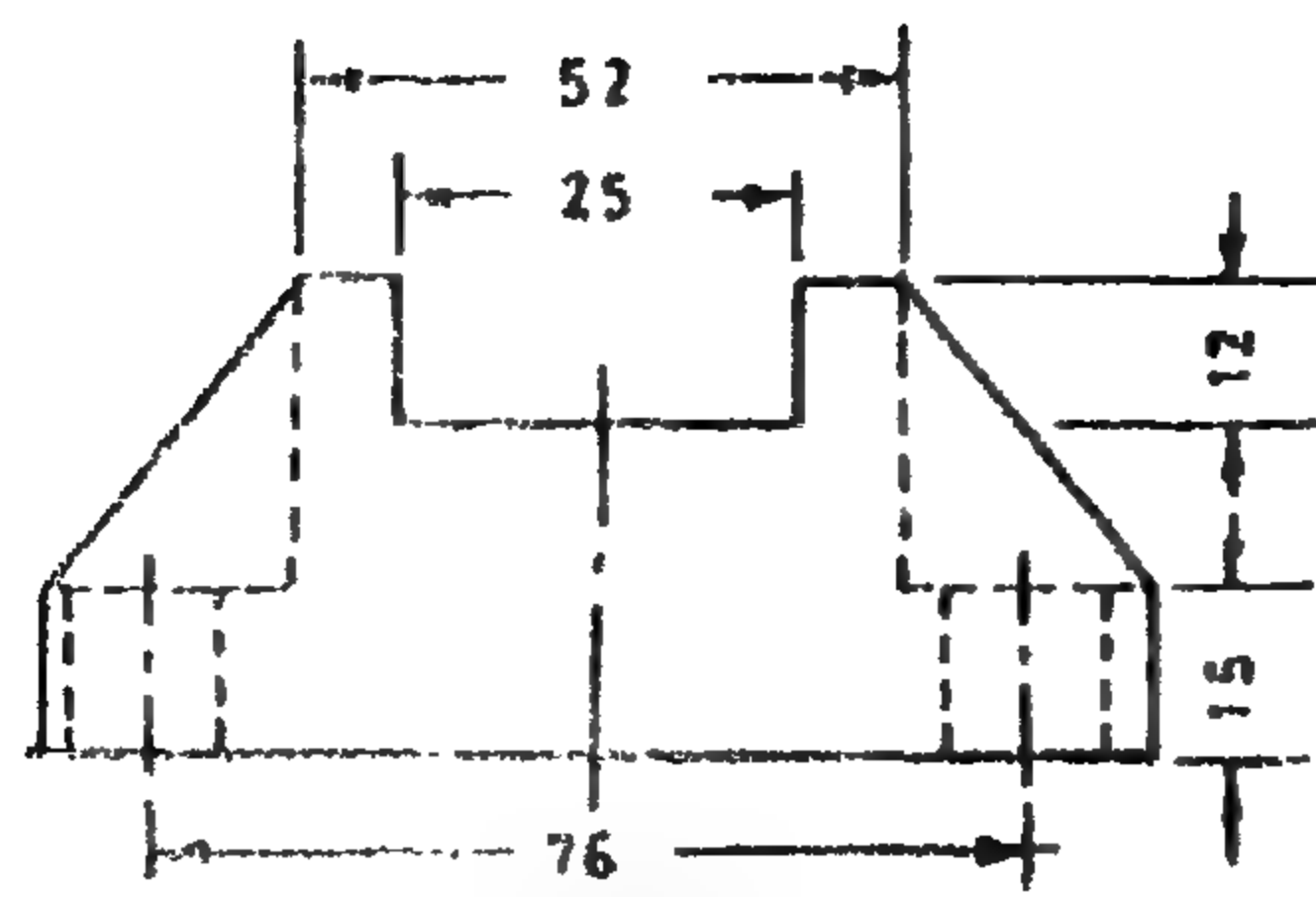
4



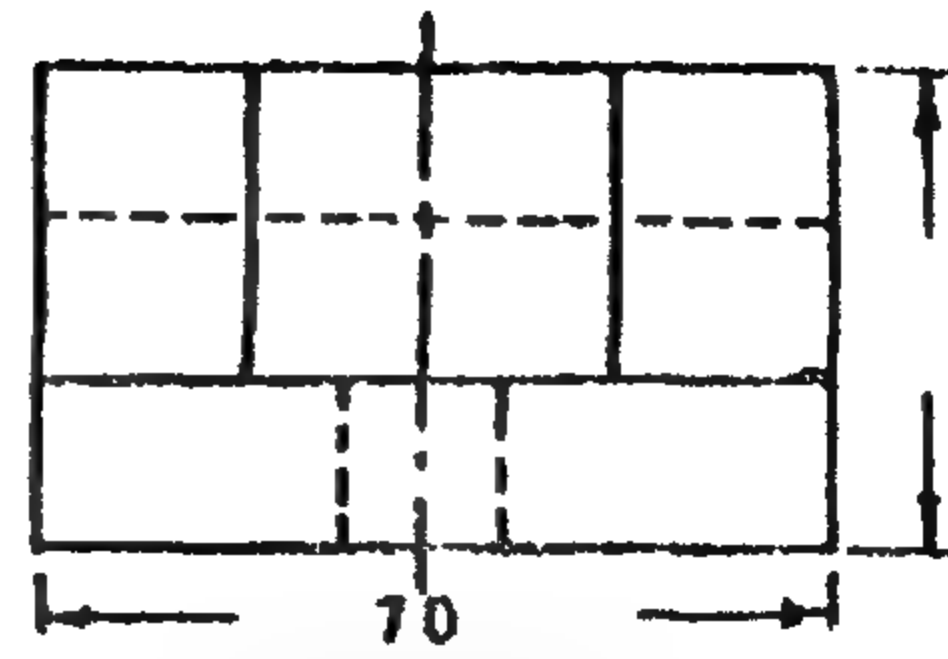
5



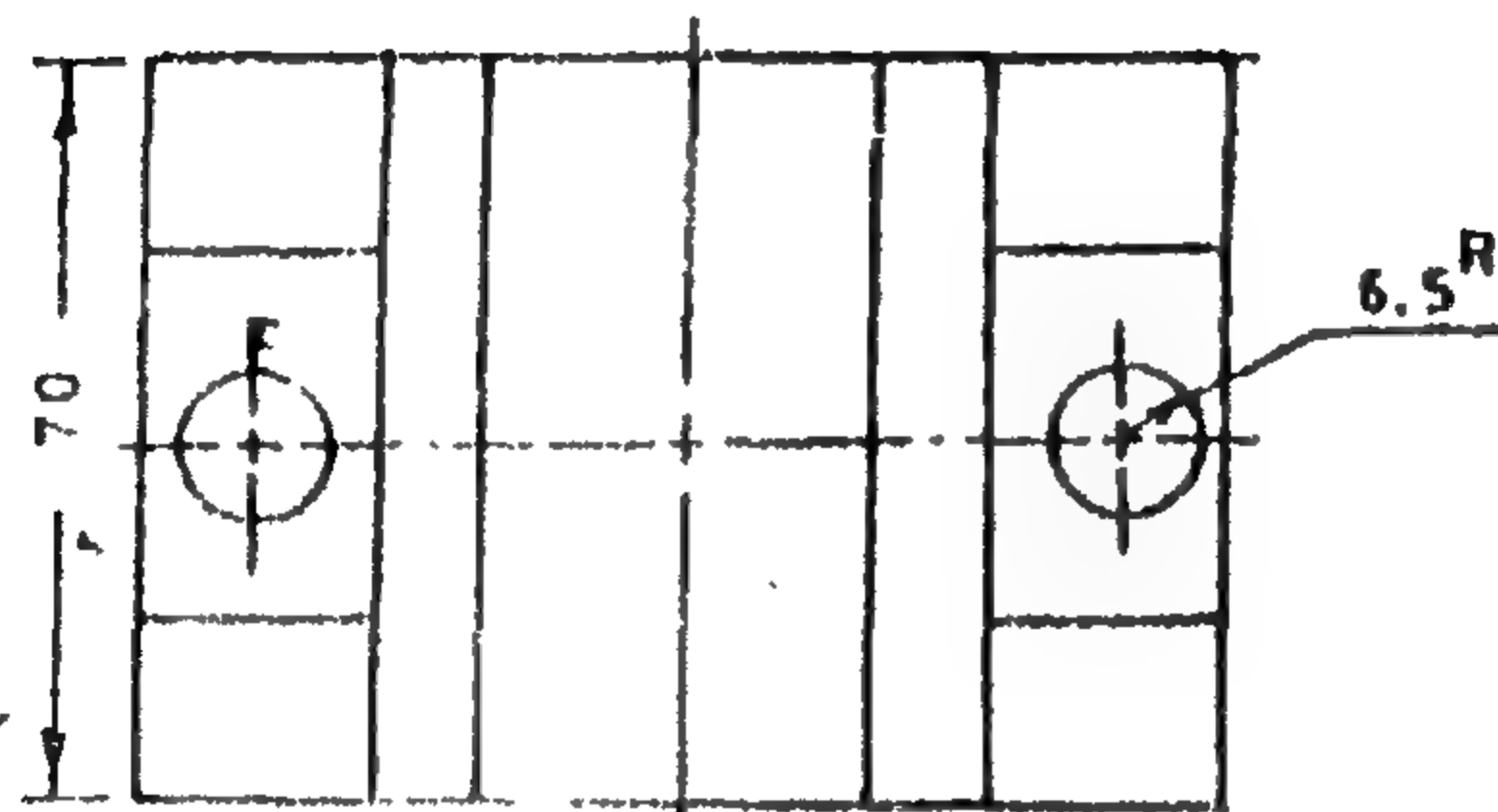
6



ELEVATION

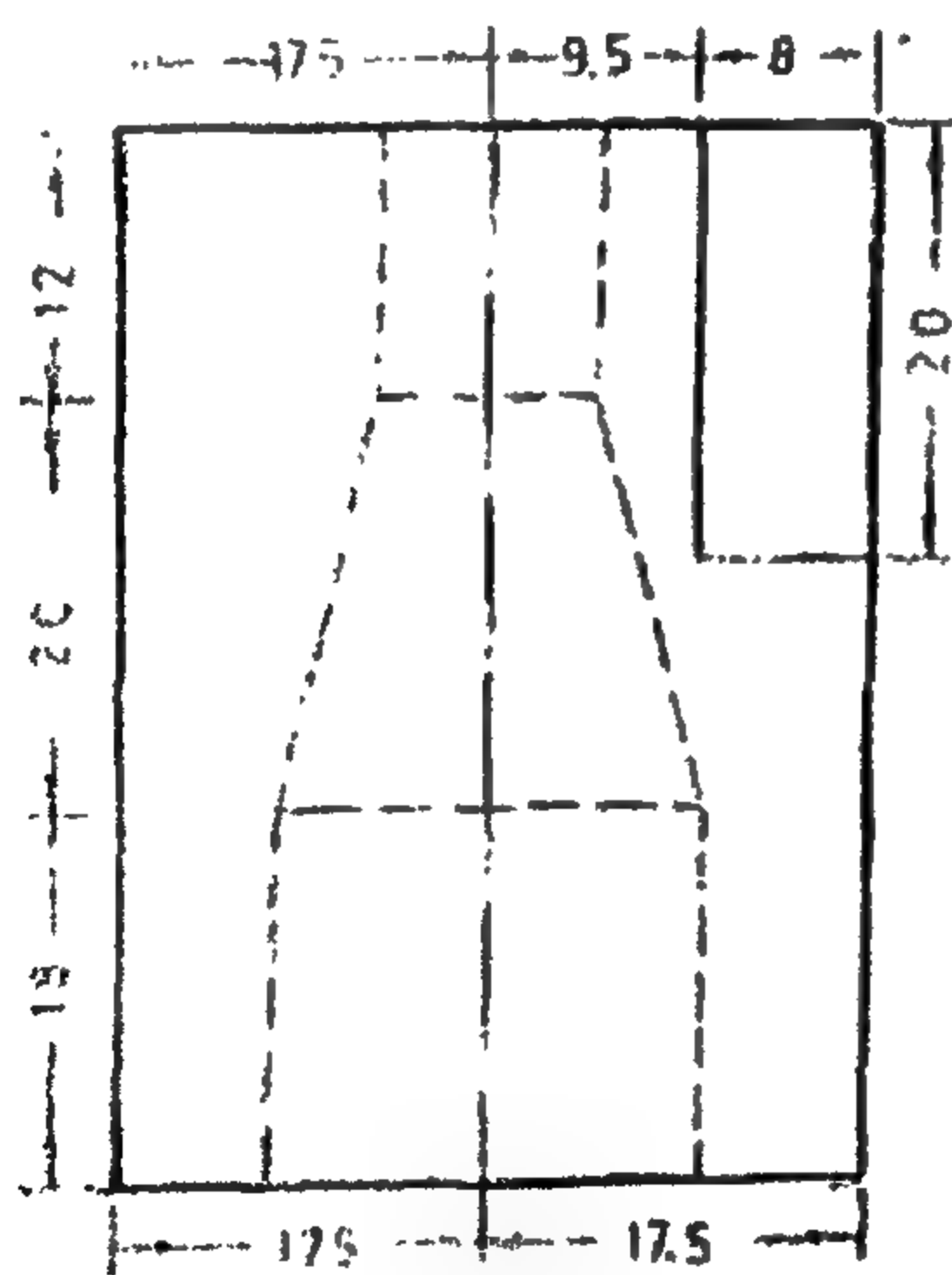


SIDE VIEW

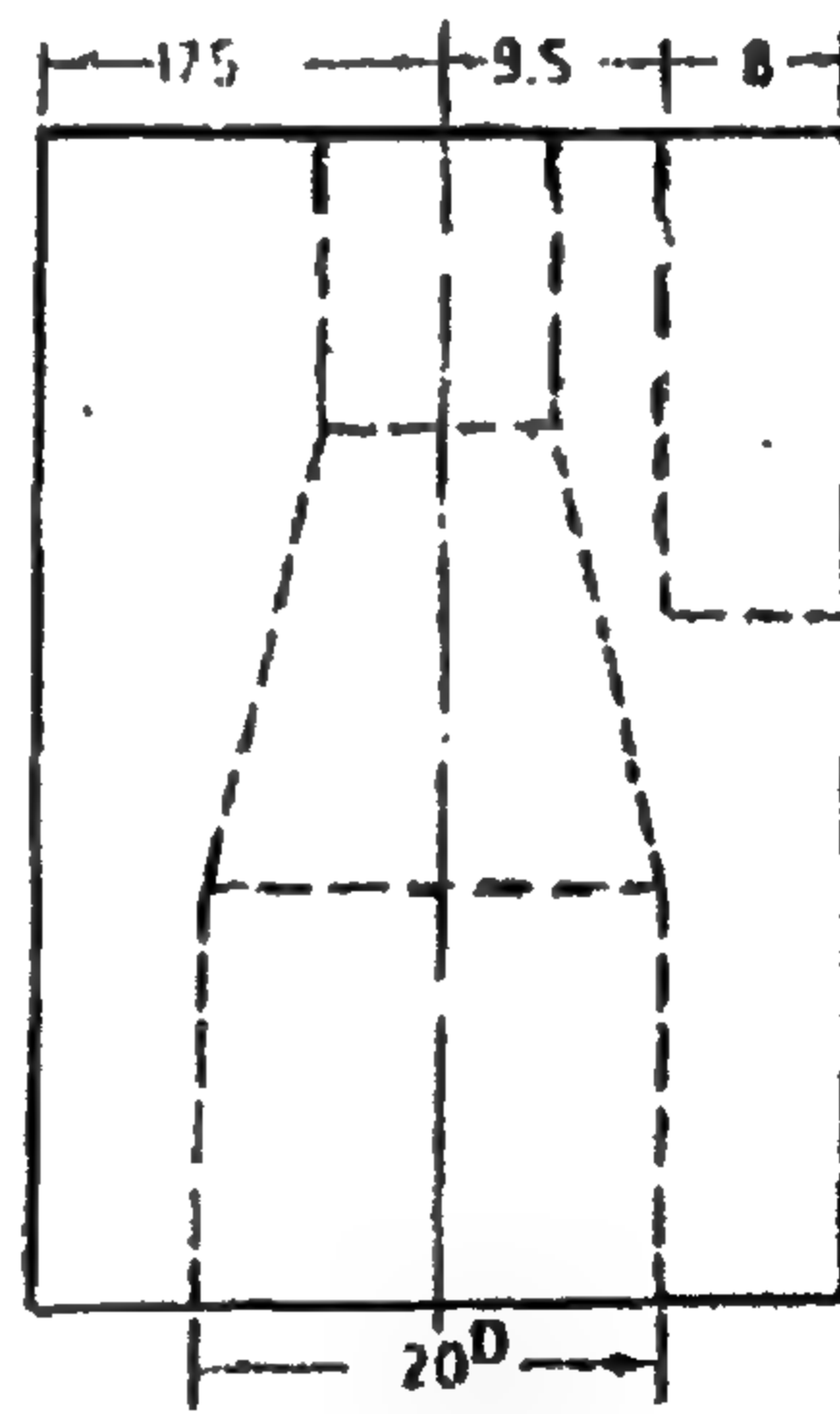


PLAN

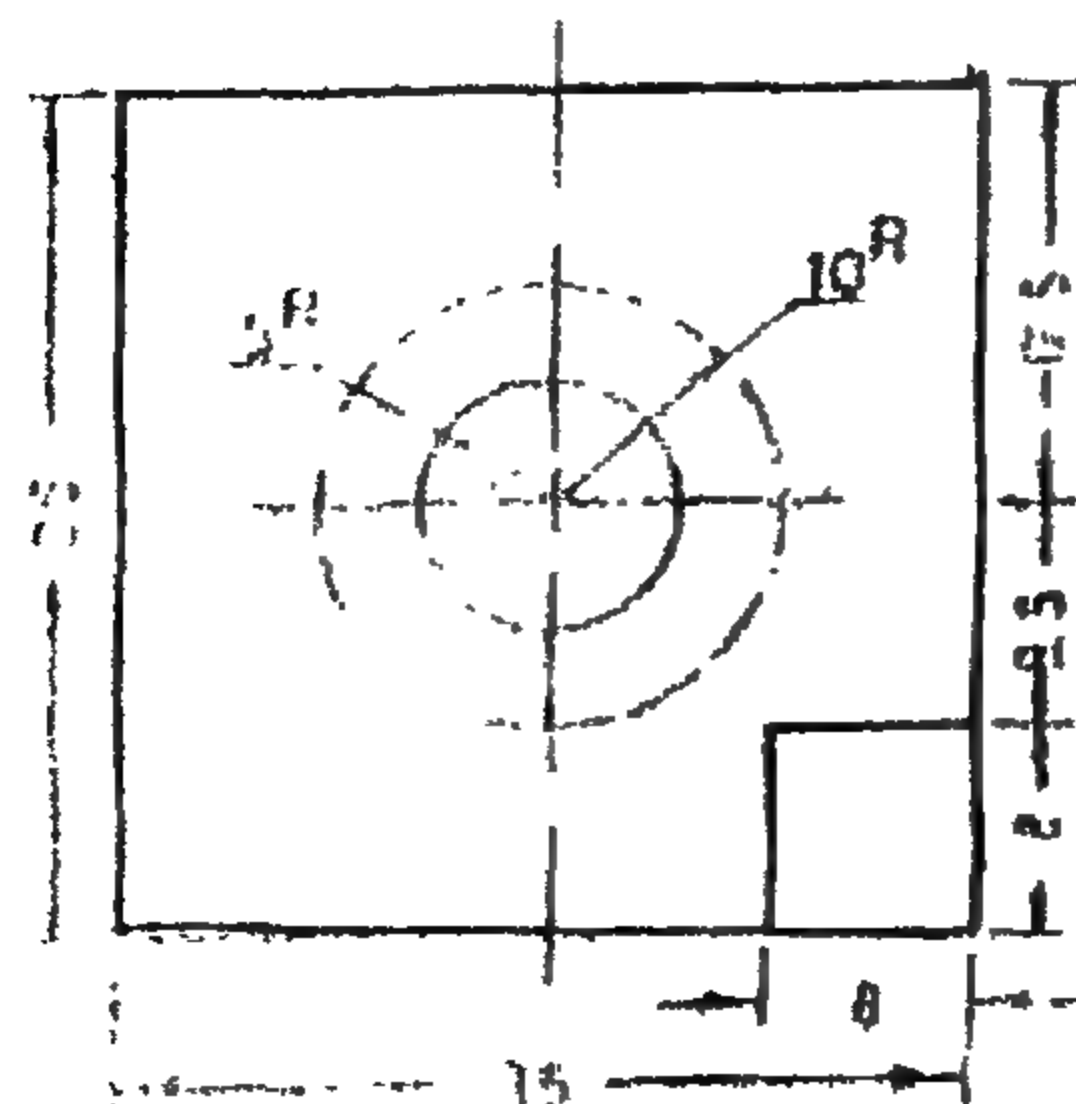
7



ELEVATION

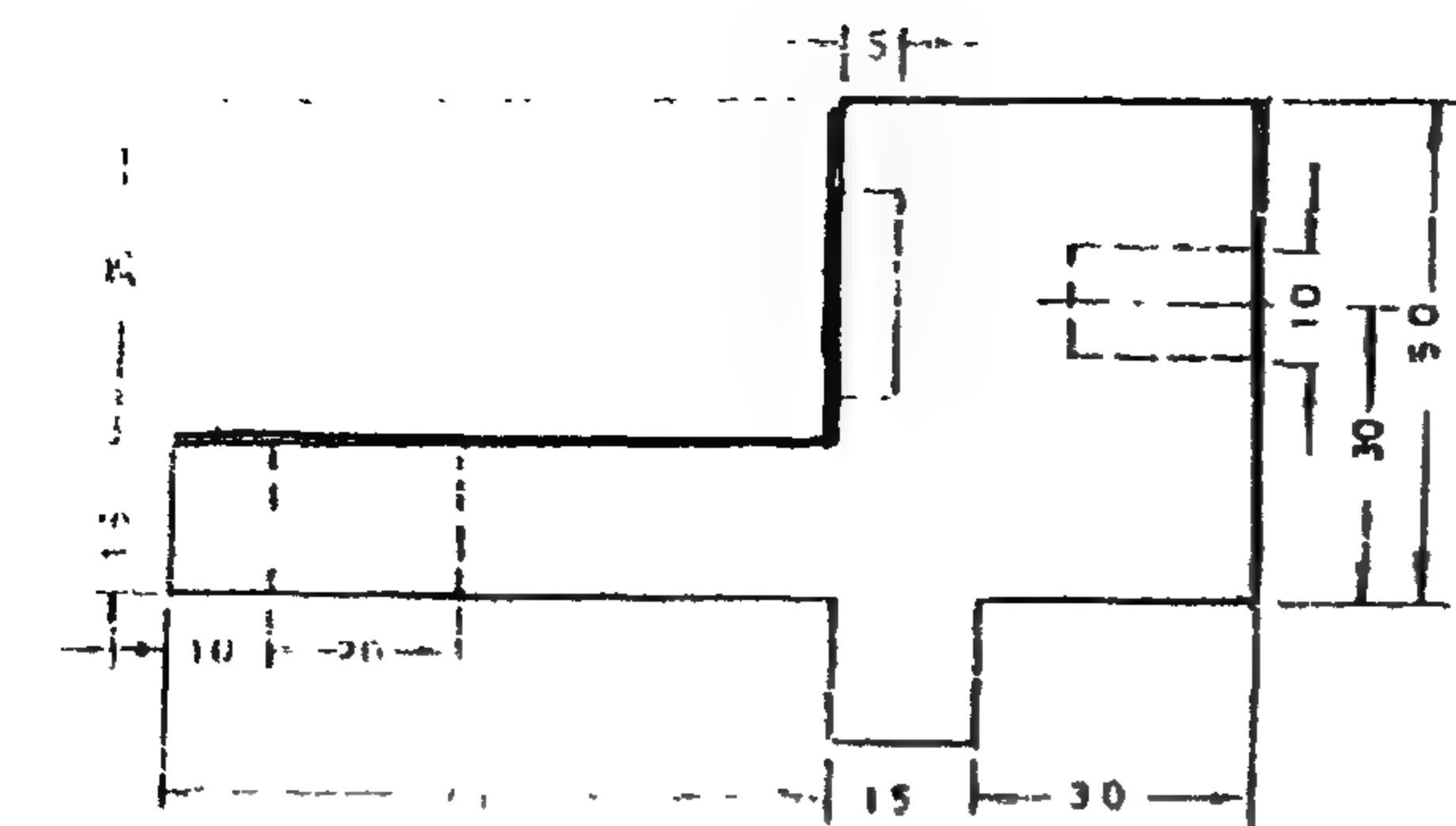


SIDE VIEW

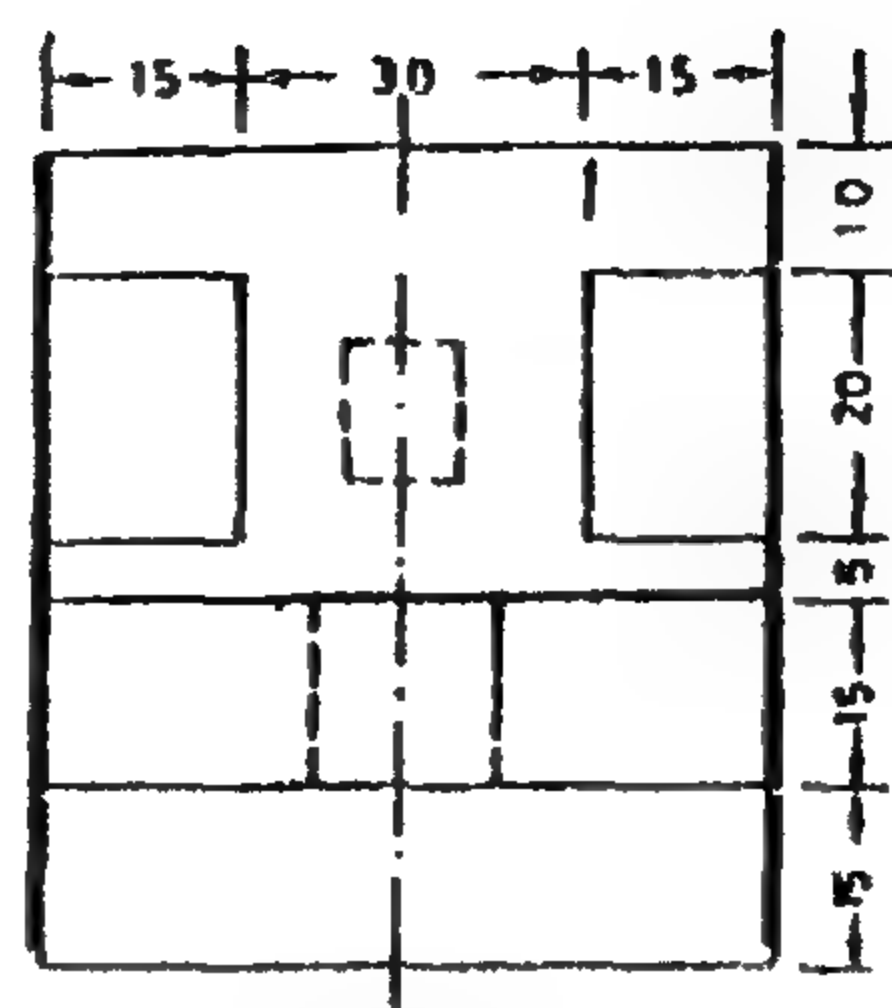


PLAN

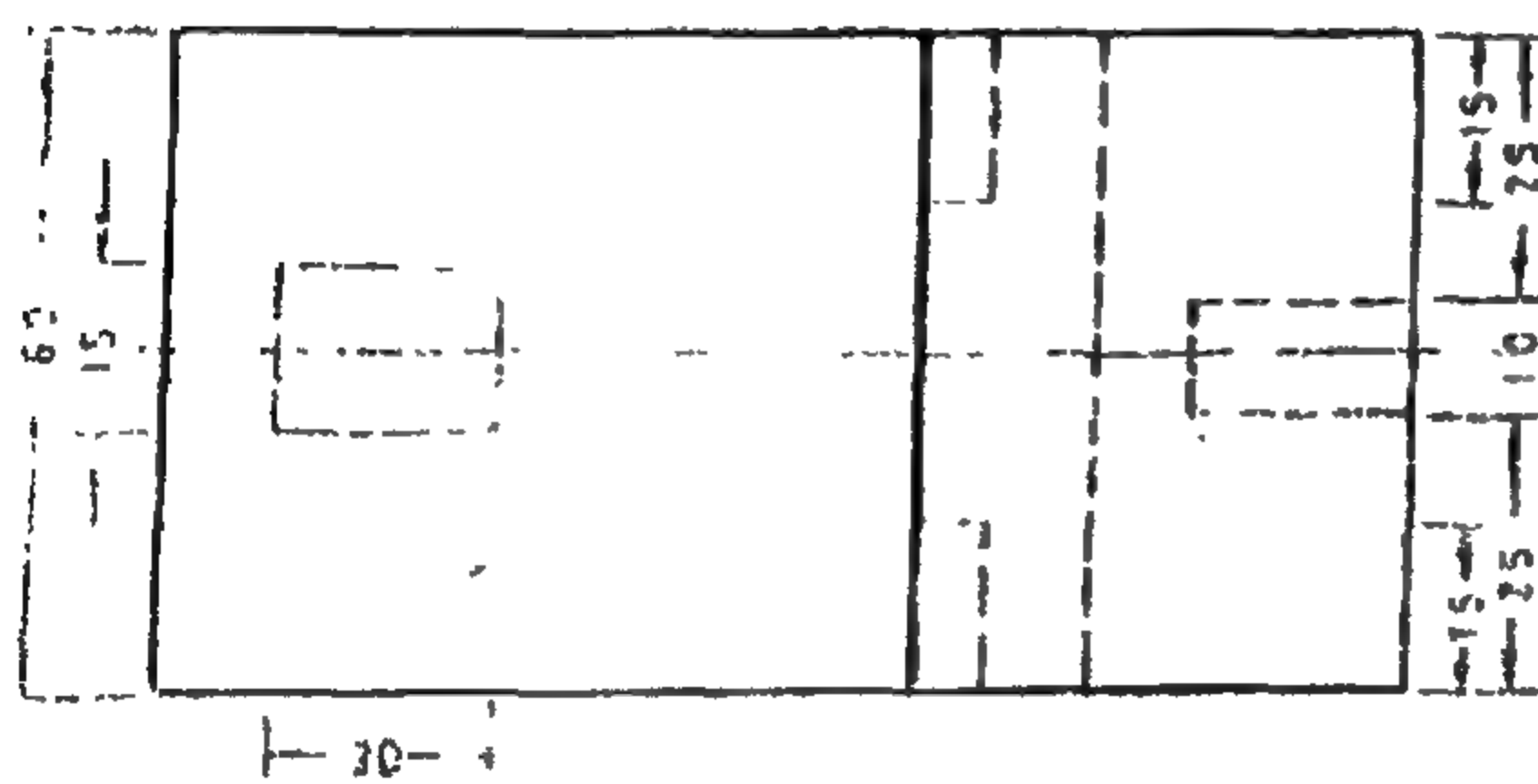
8



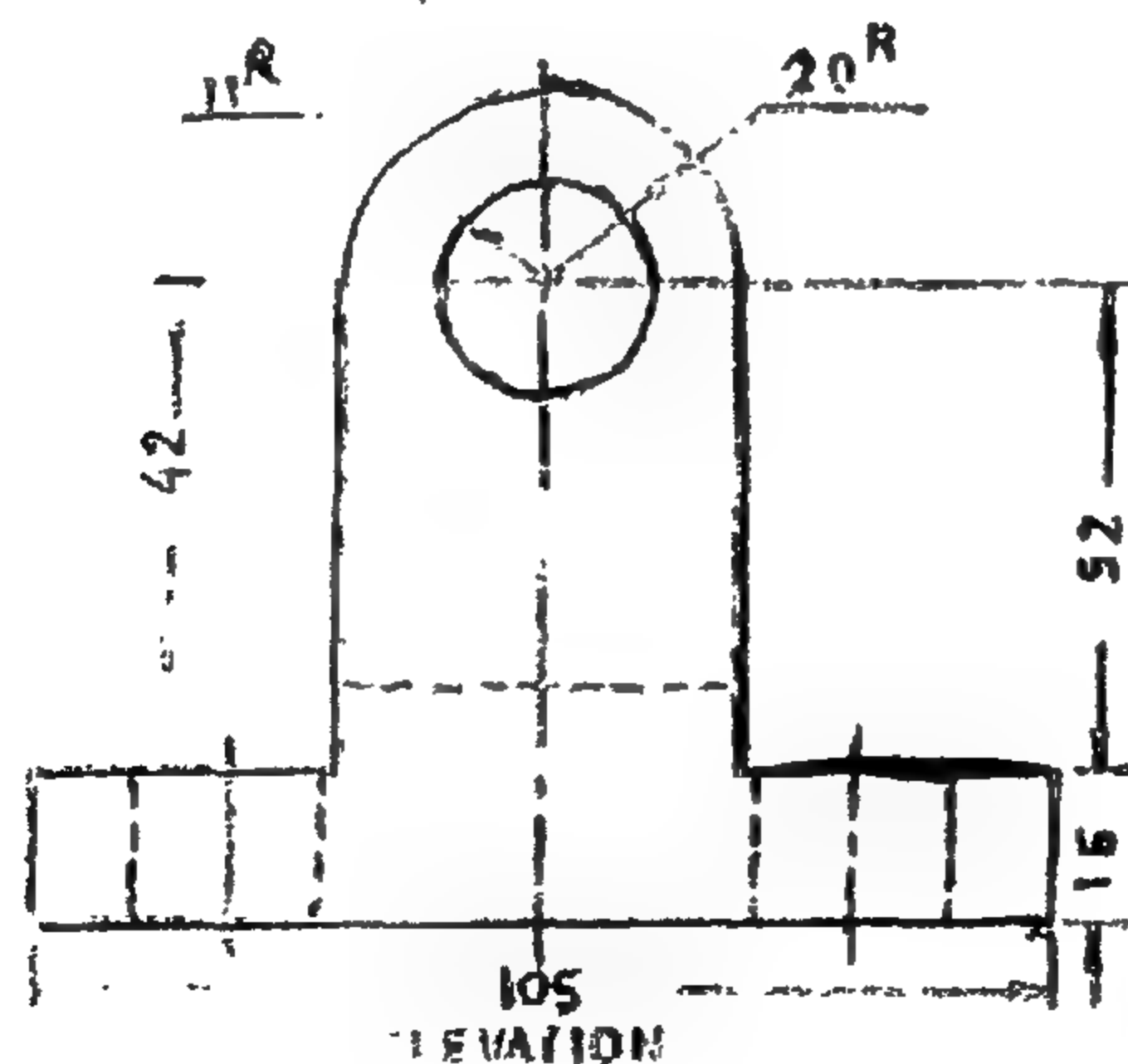
ELEVATION



SIDE VIEW



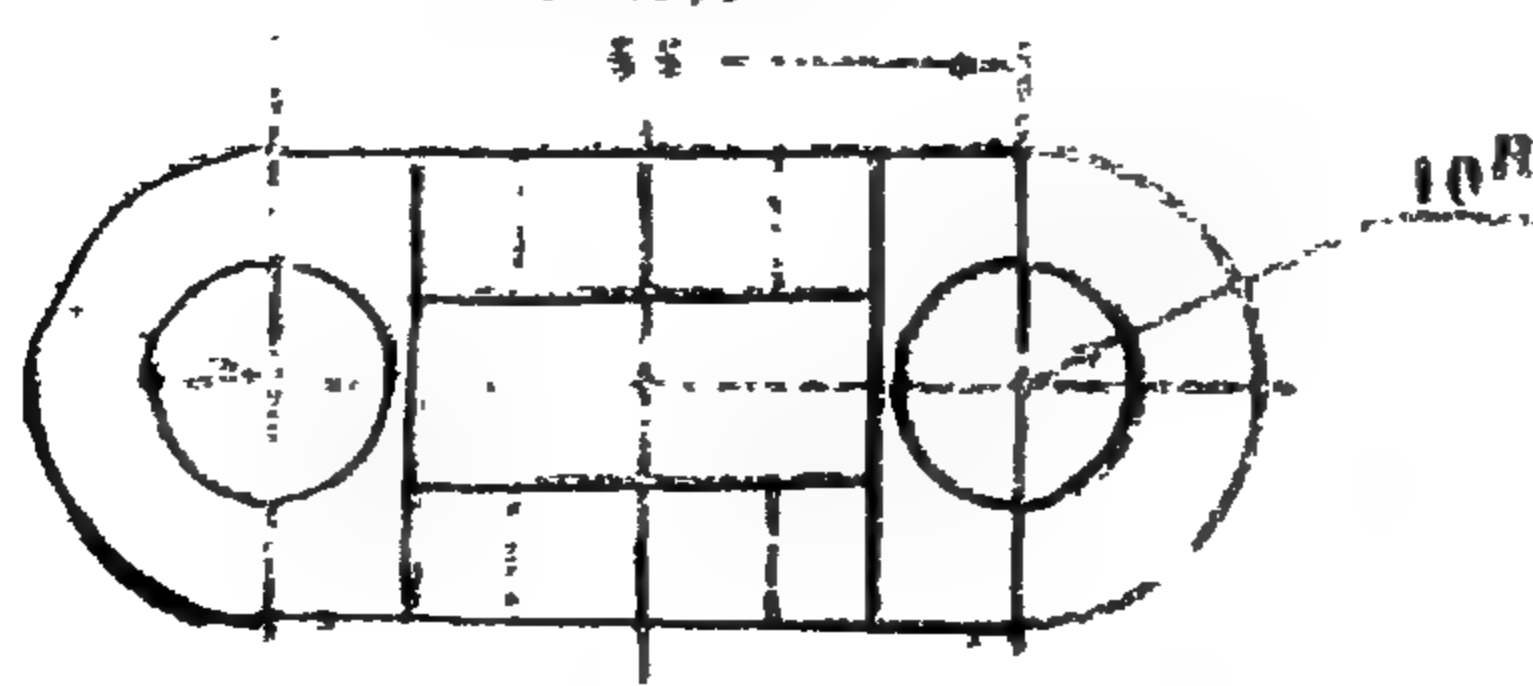
9



ELEVATION

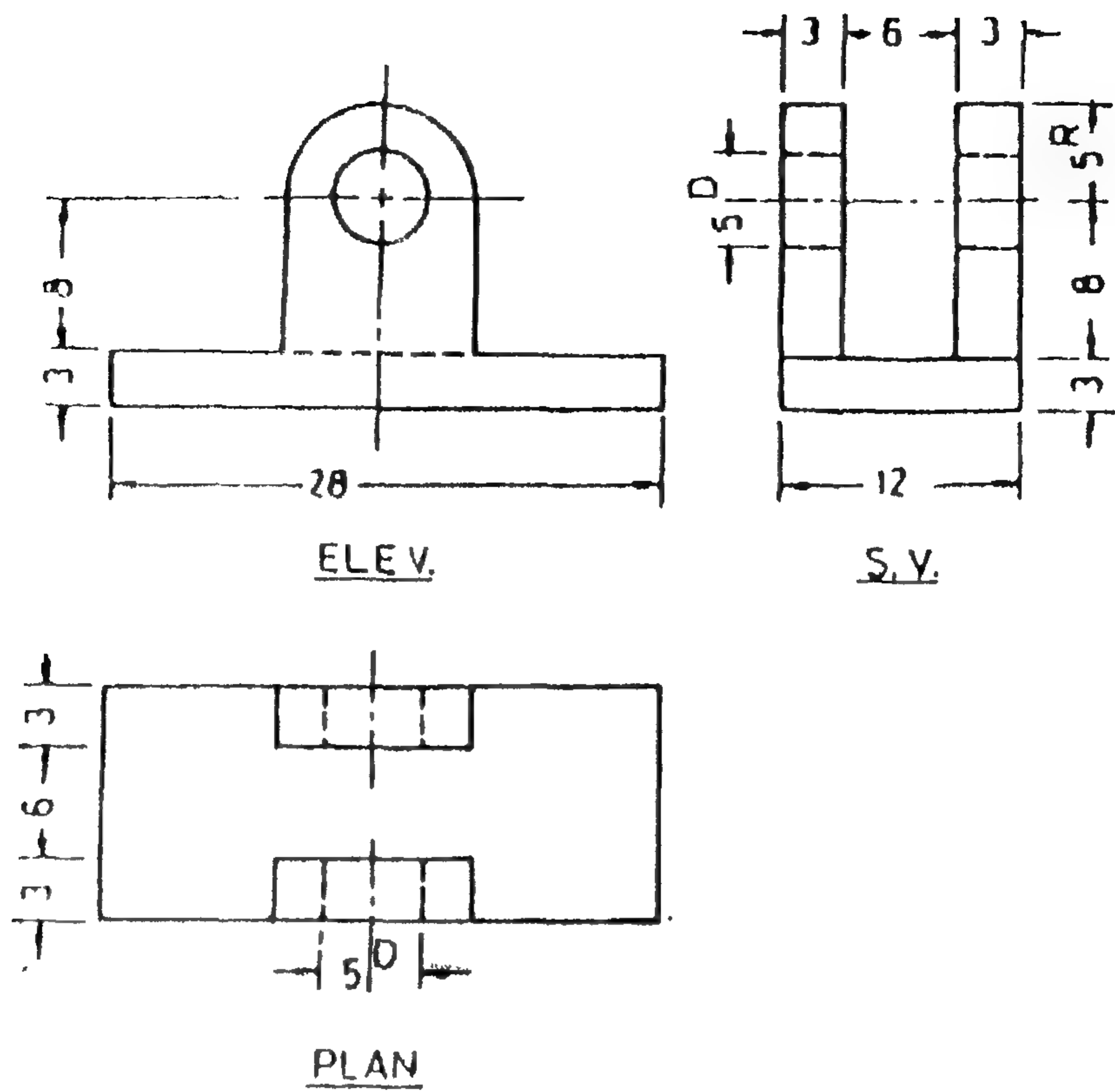


SIDE VIEW

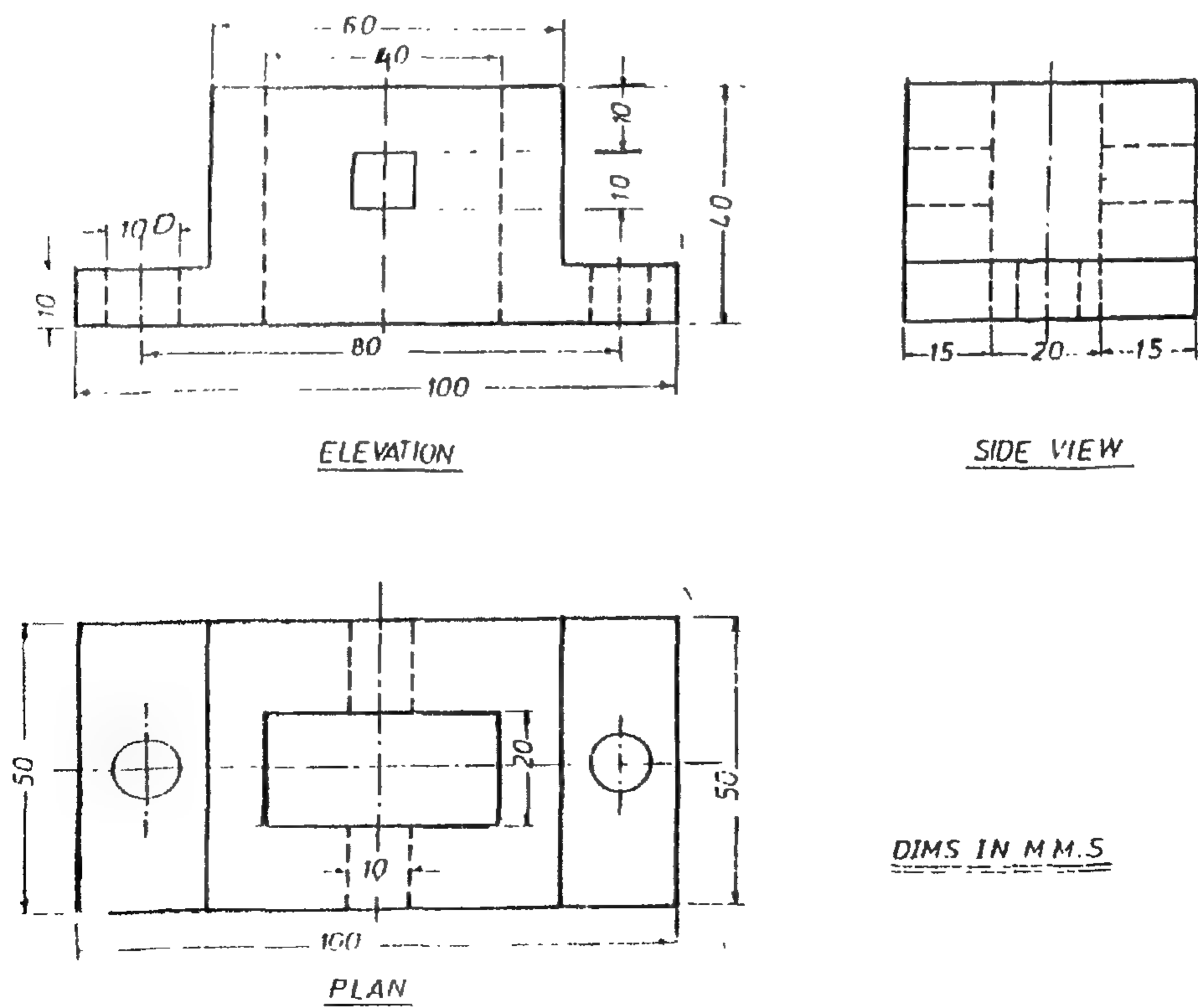


TOP VIEW

10

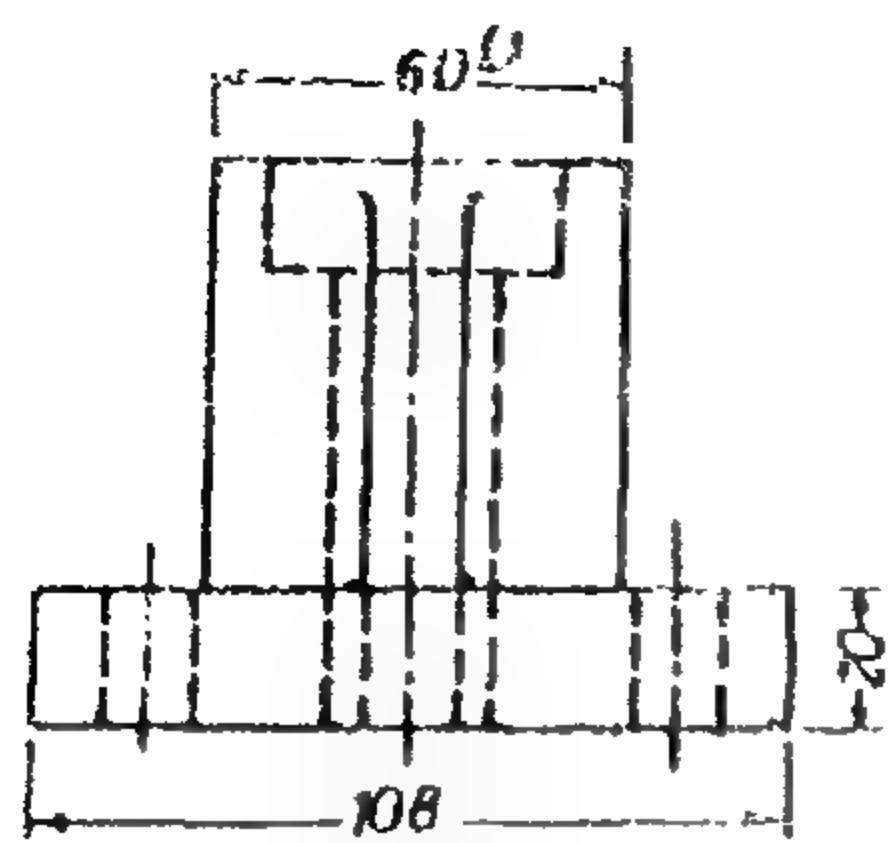


11

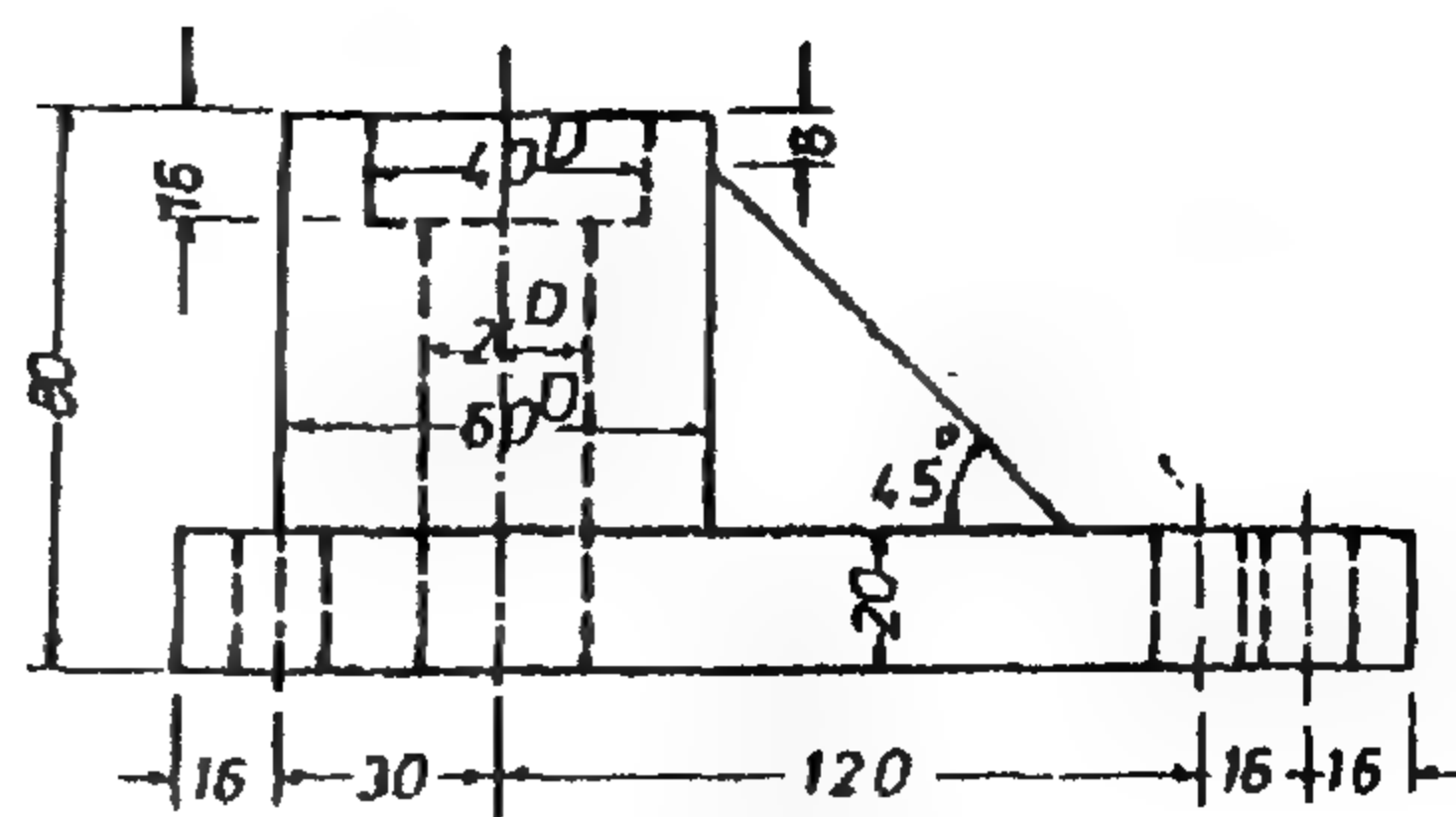


DIMS IN M.M.S

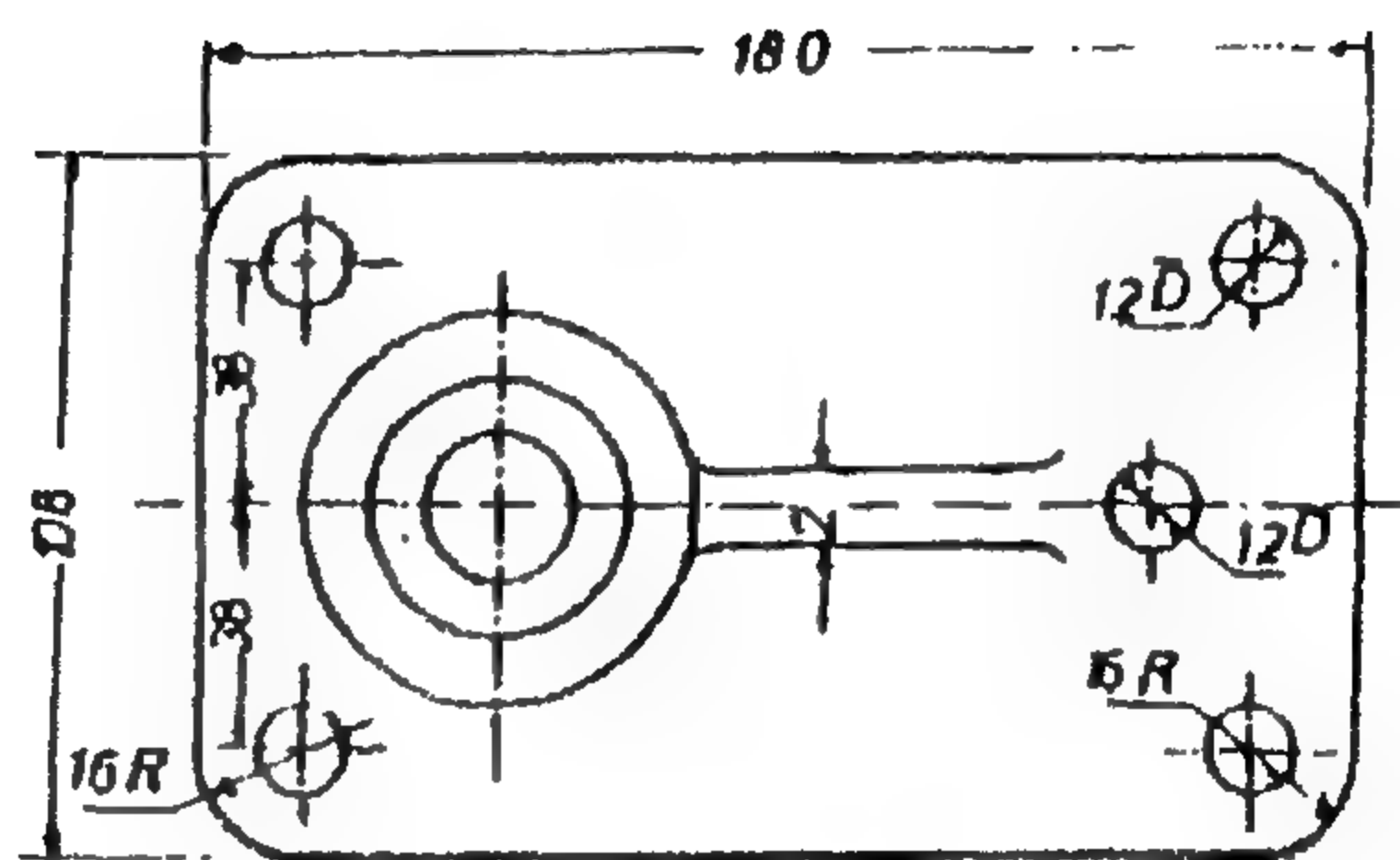
12



SIDE VIEW

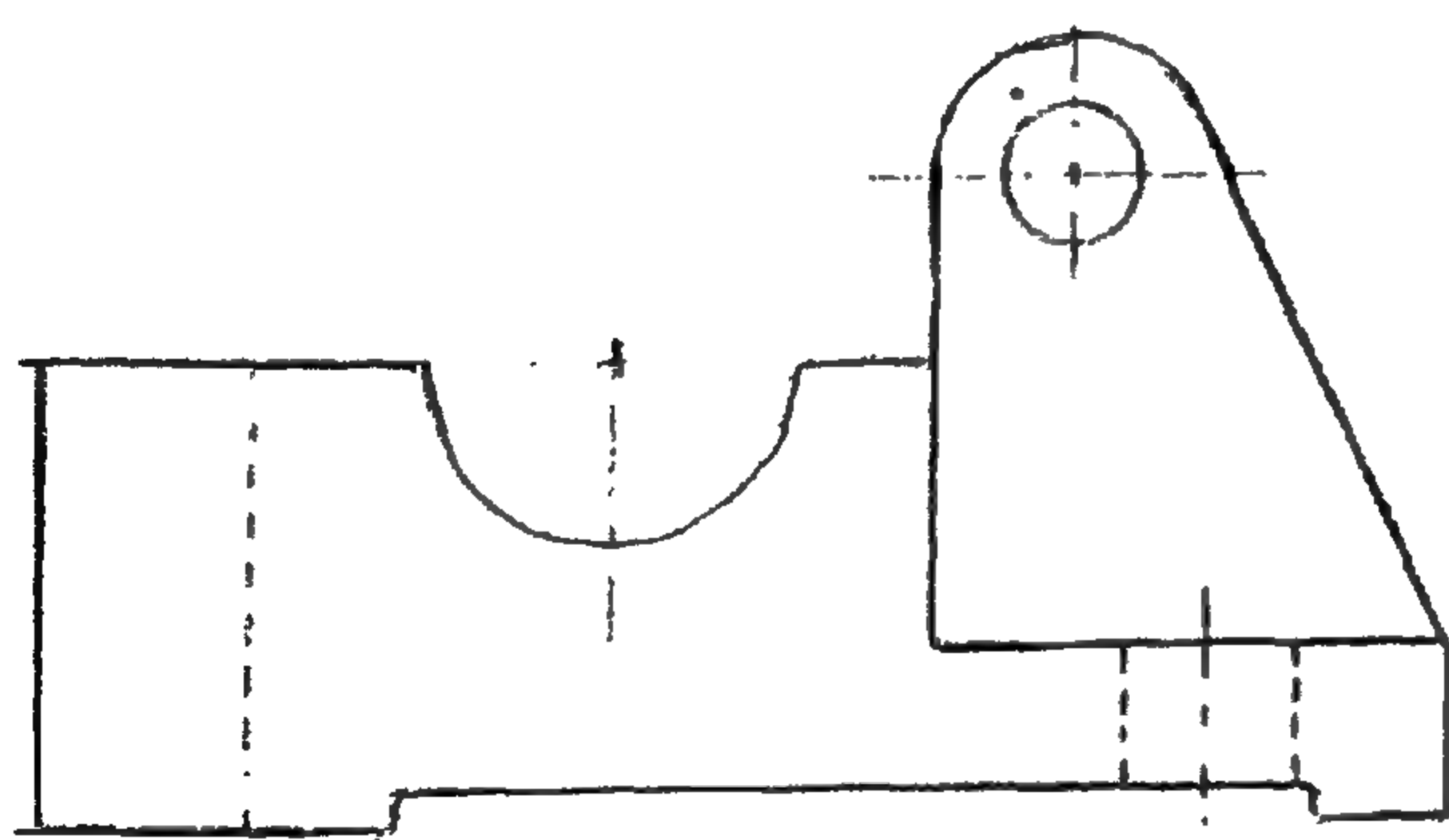


ELEVATION

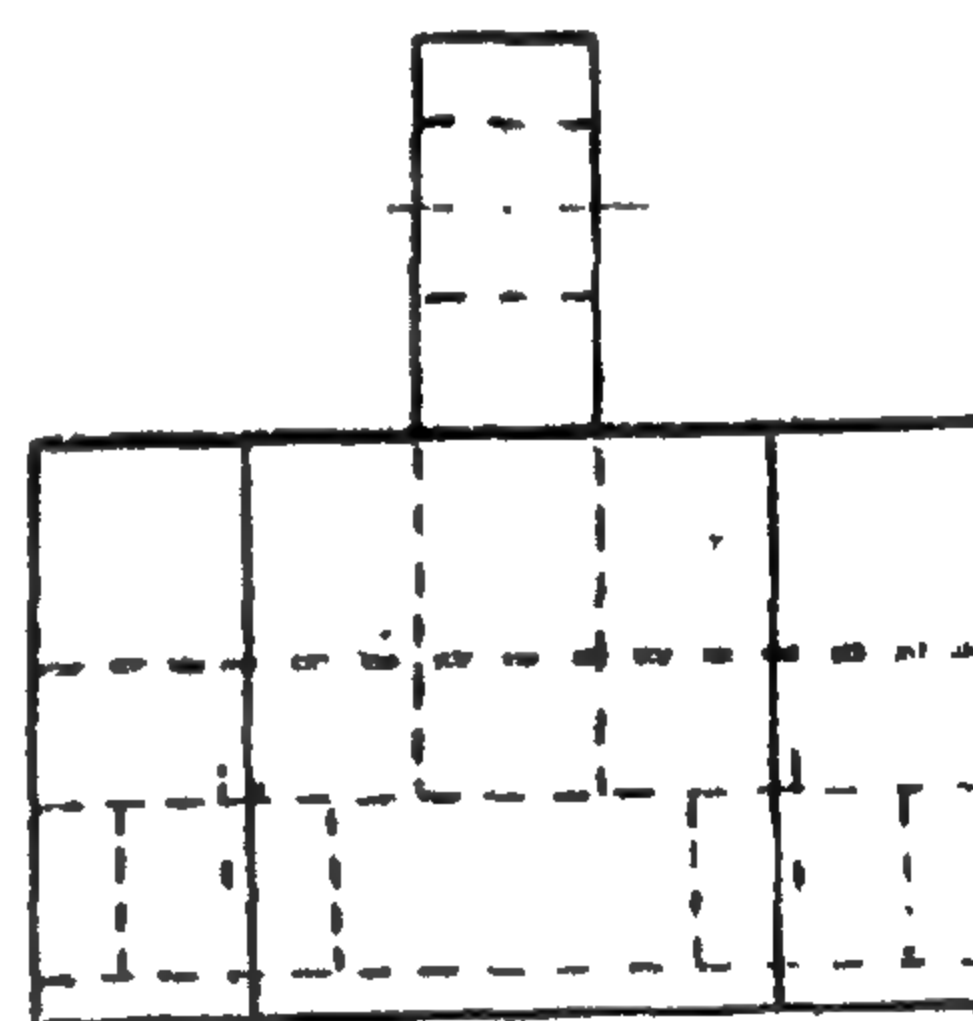


PLAN

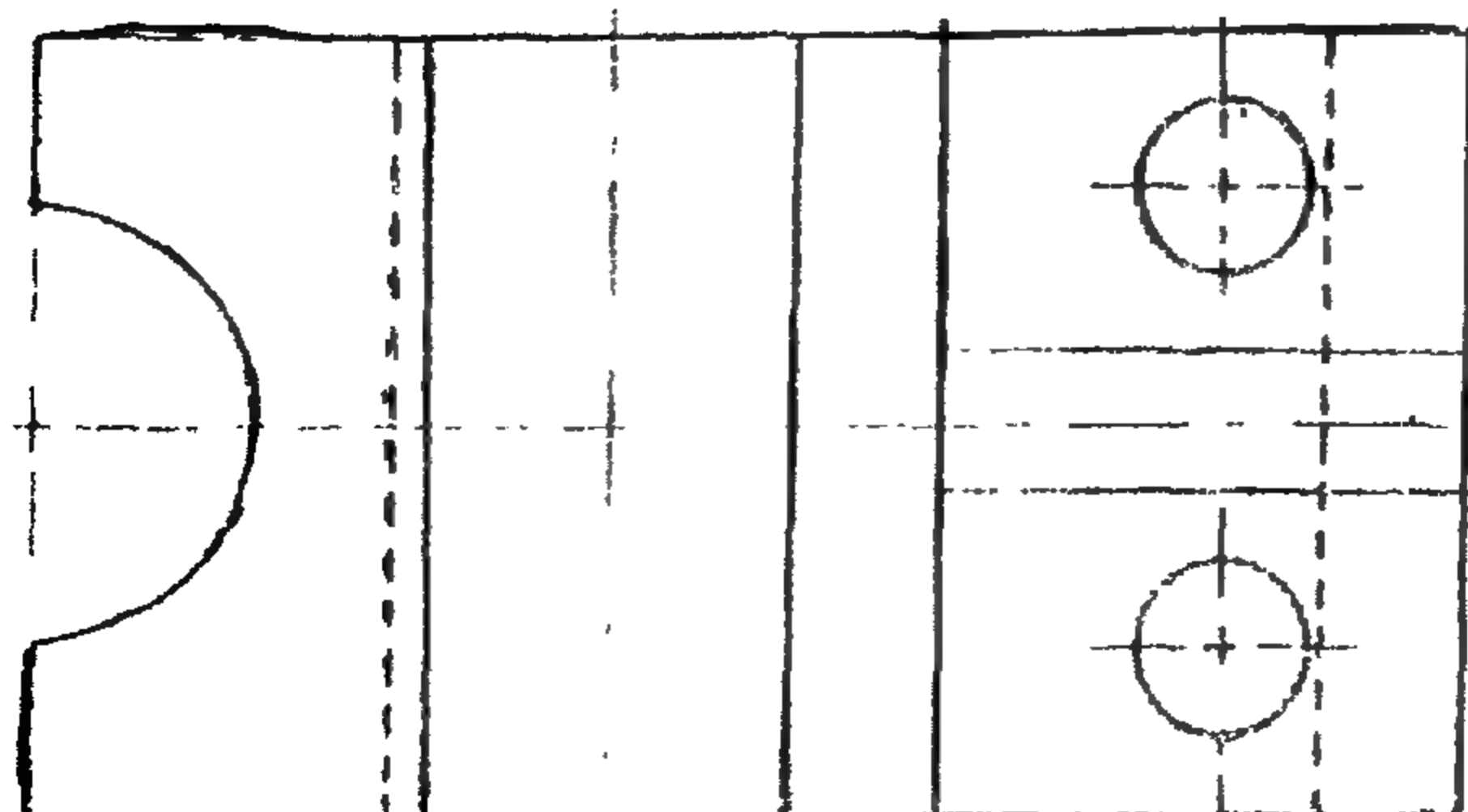
13



VIEW

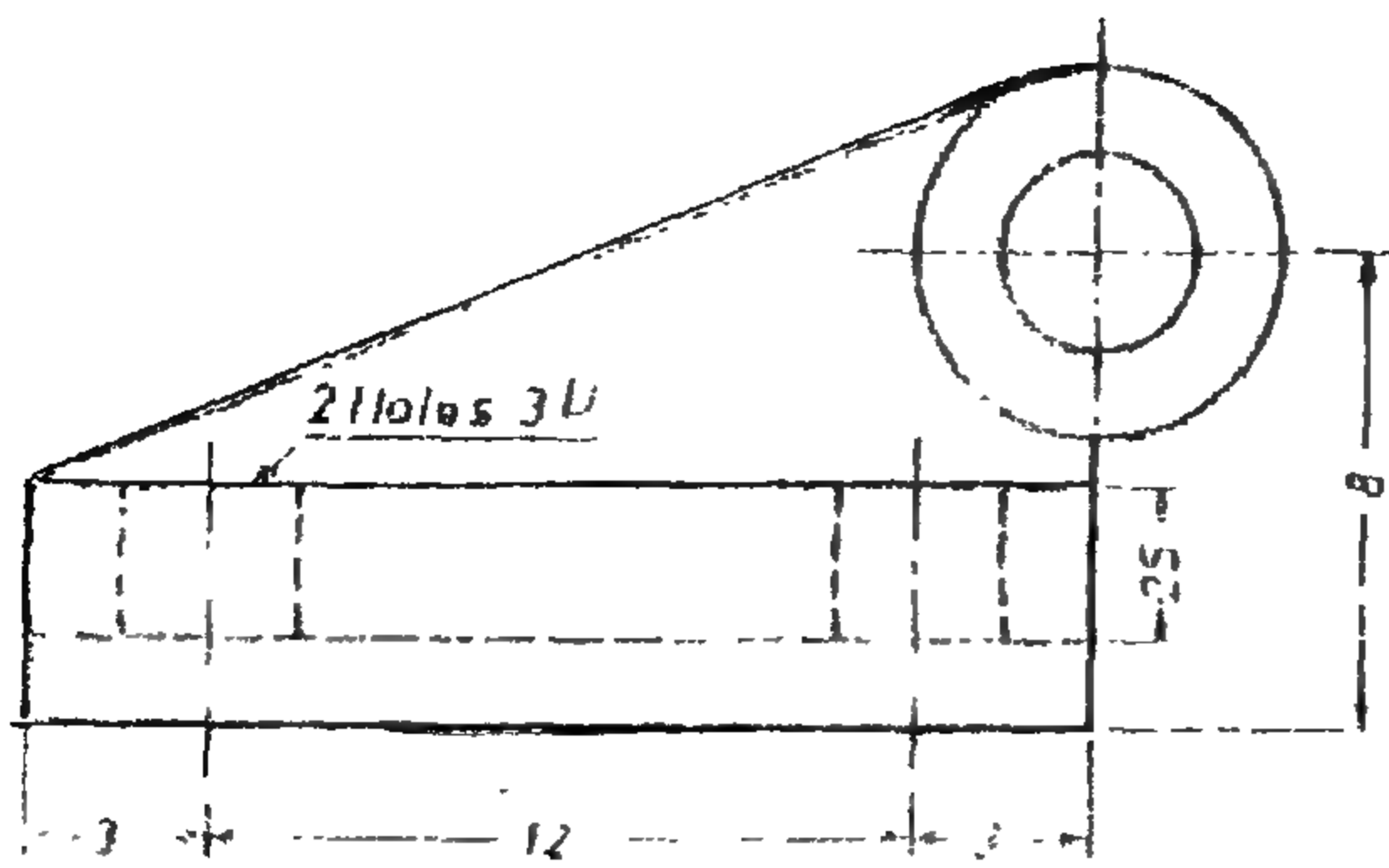


S-VIEW

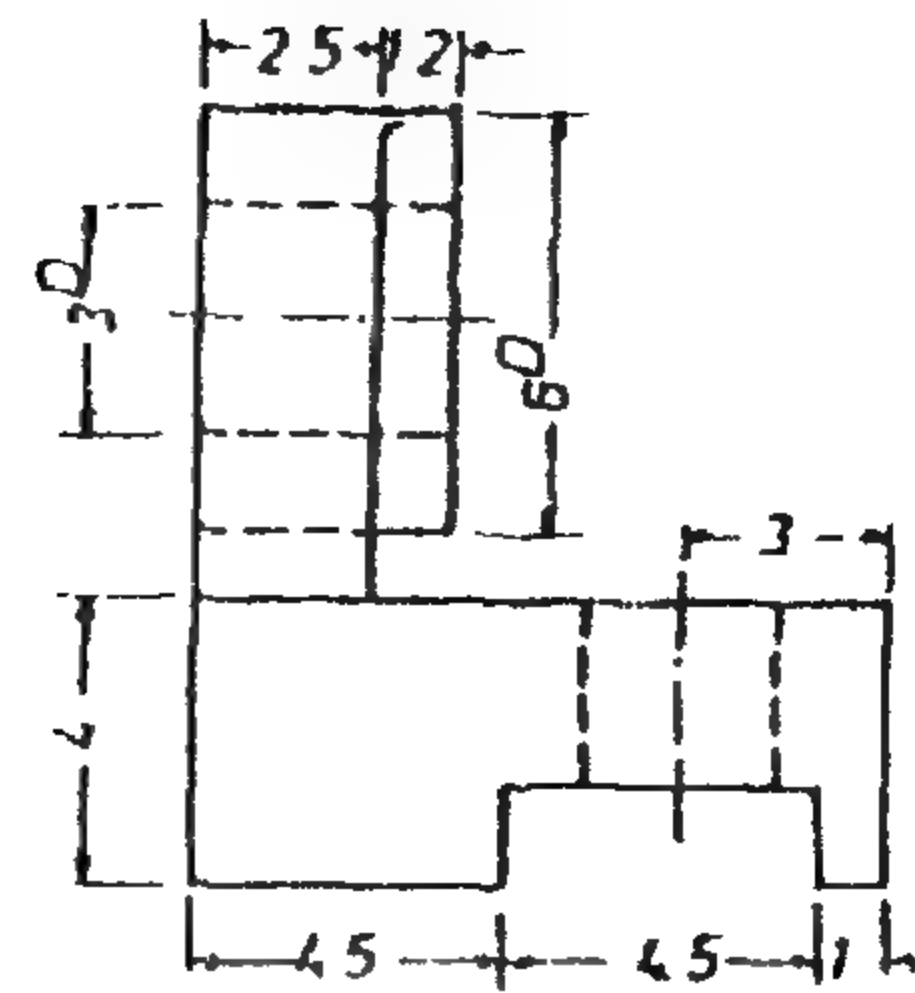


137

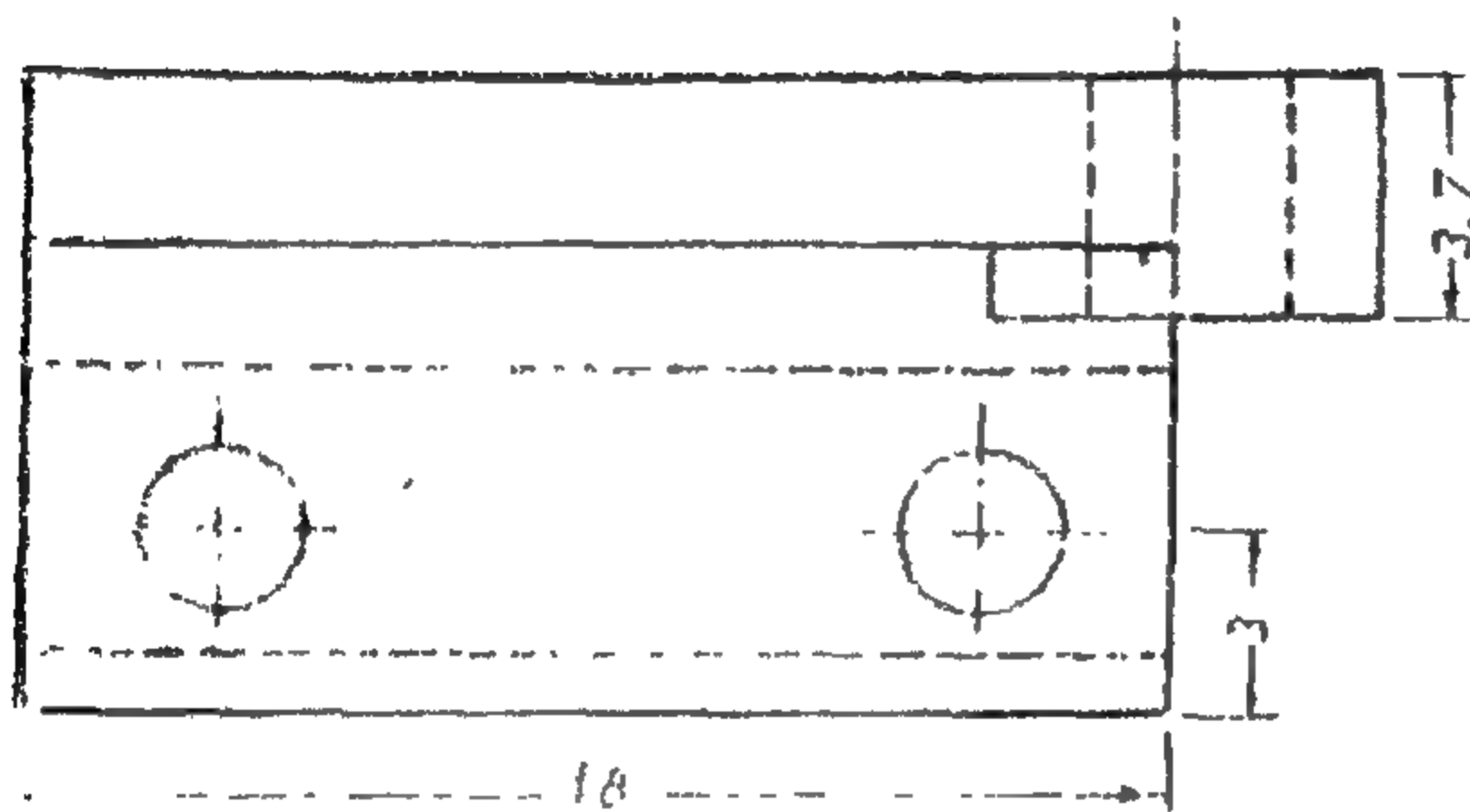
14



ELEVATION

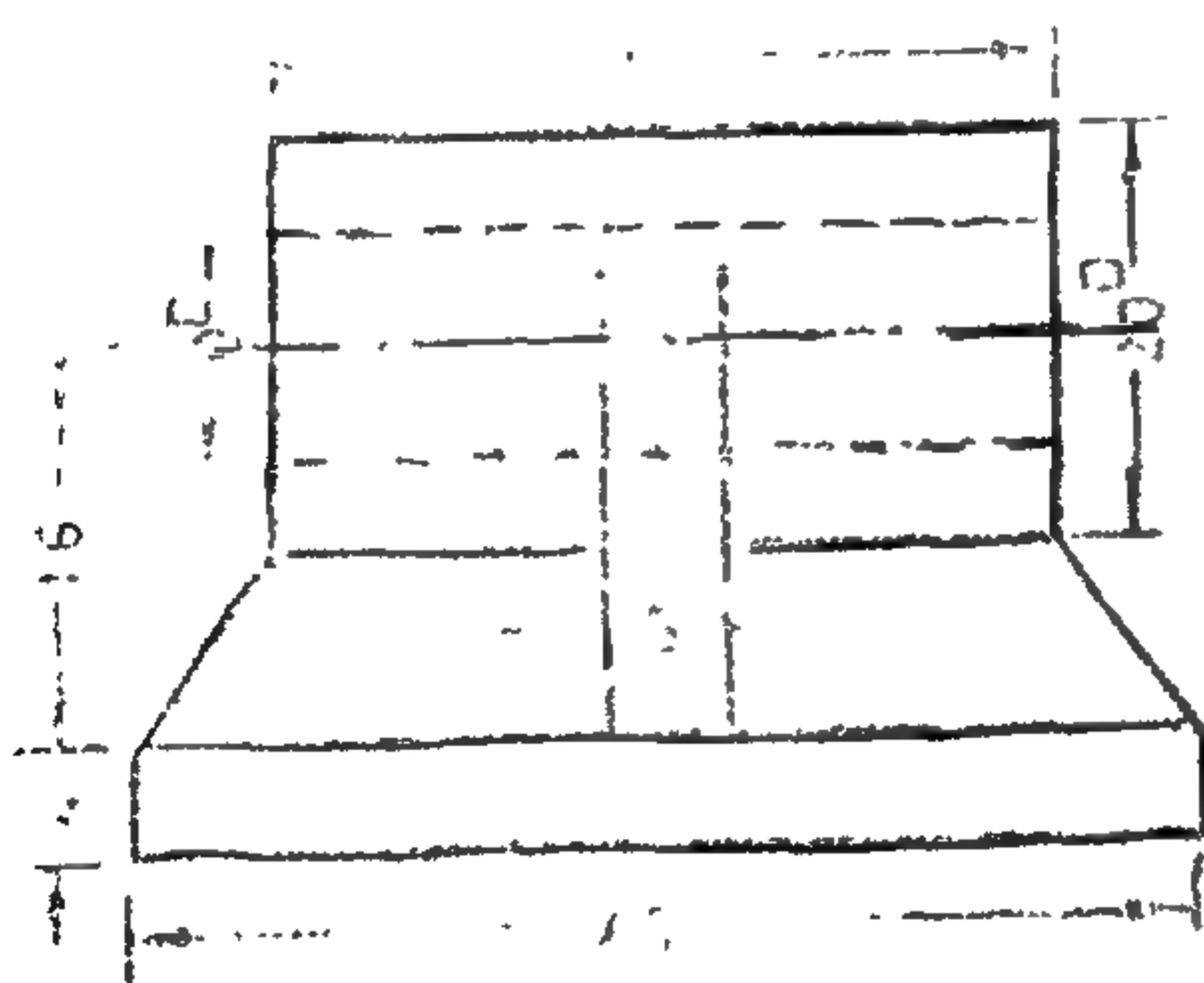


SIDE VIEW

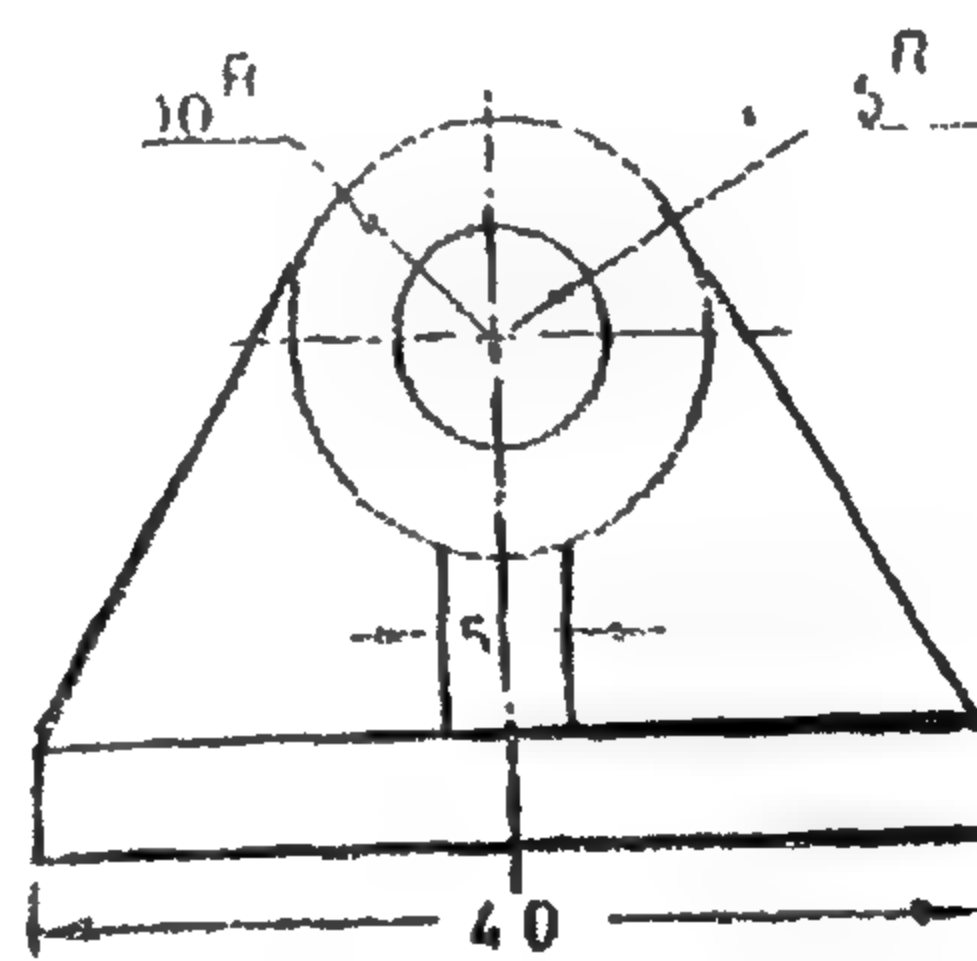


PLAN

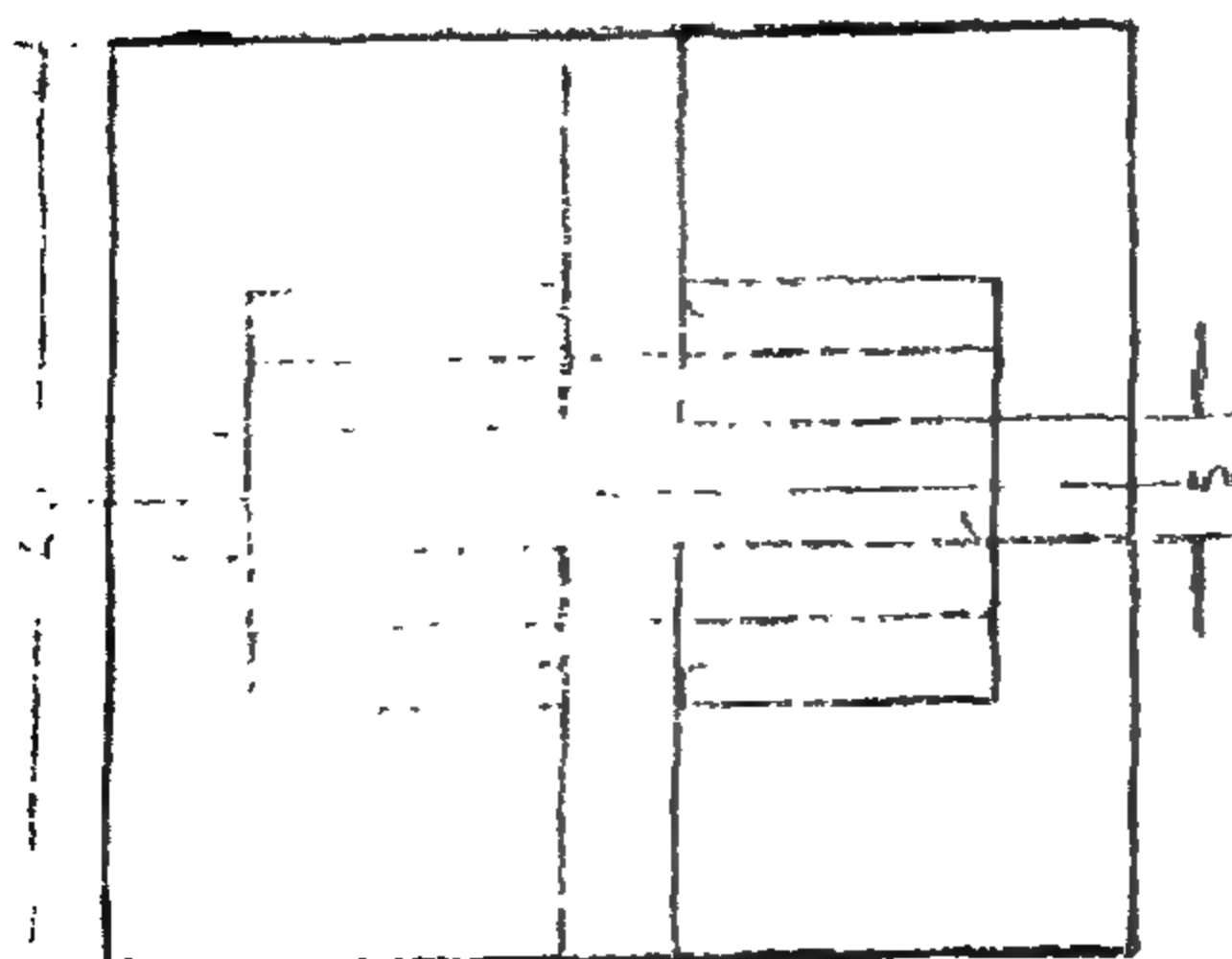
15



ELEVATION

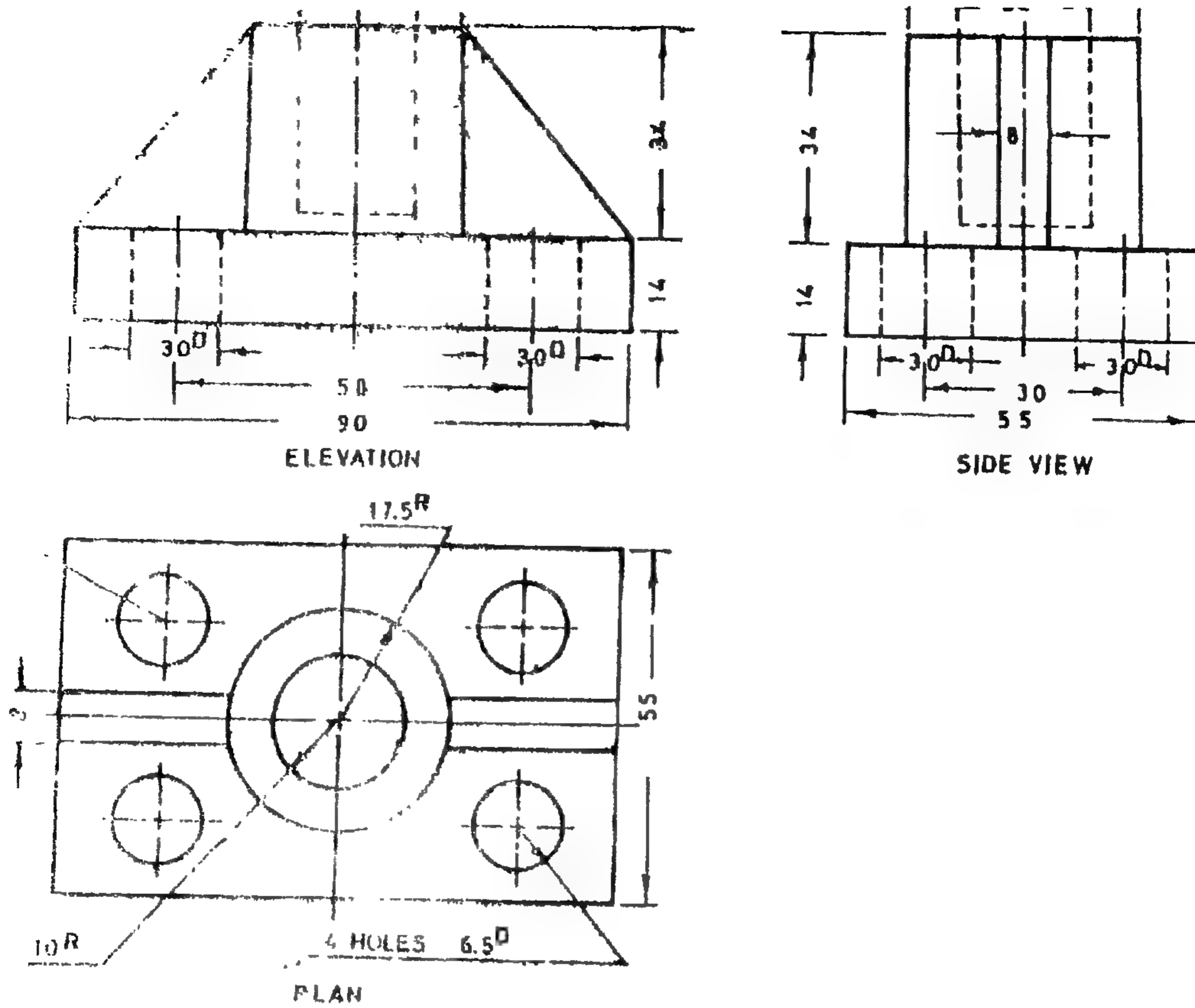


SIDE VIEW

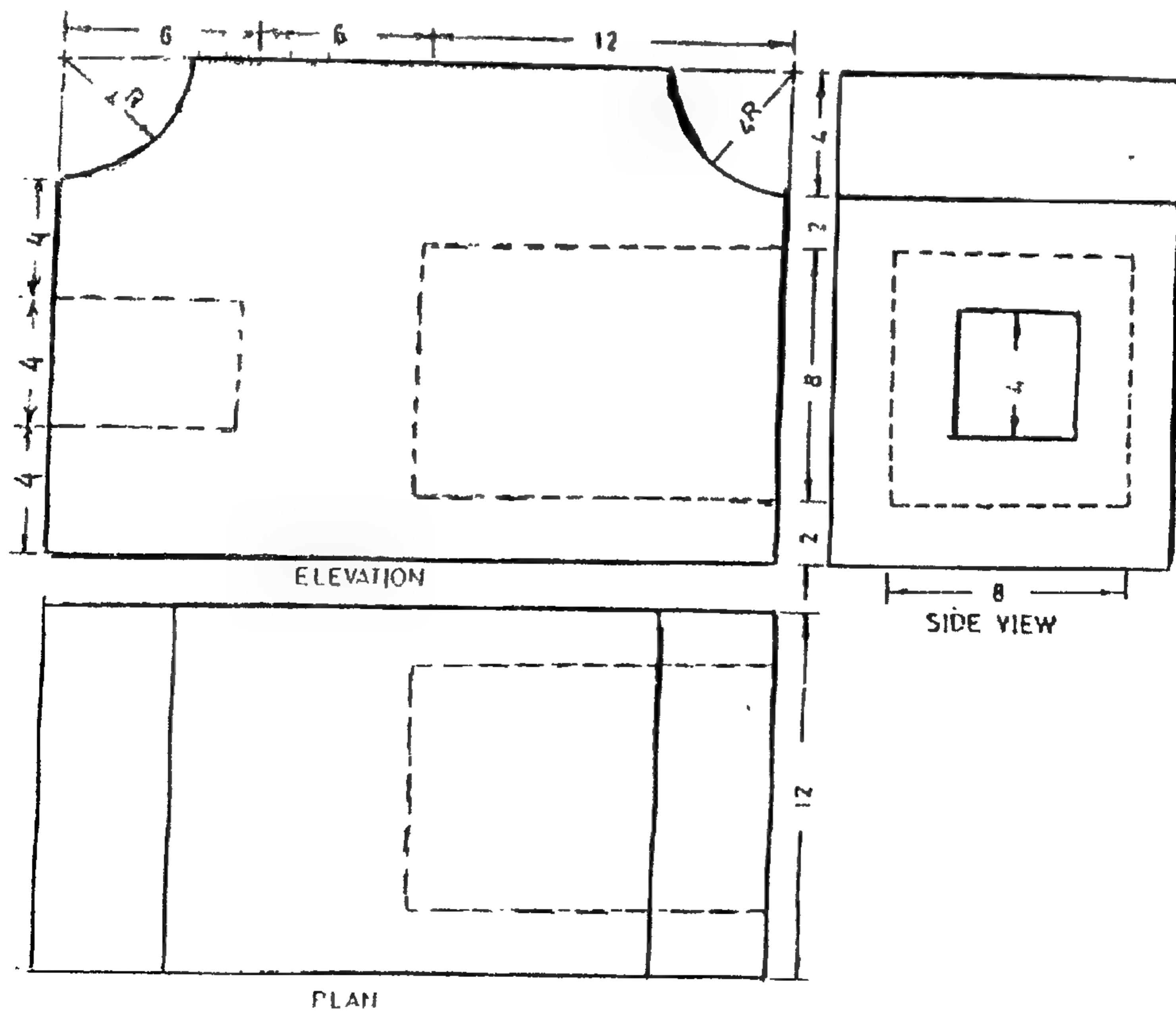


PLAN

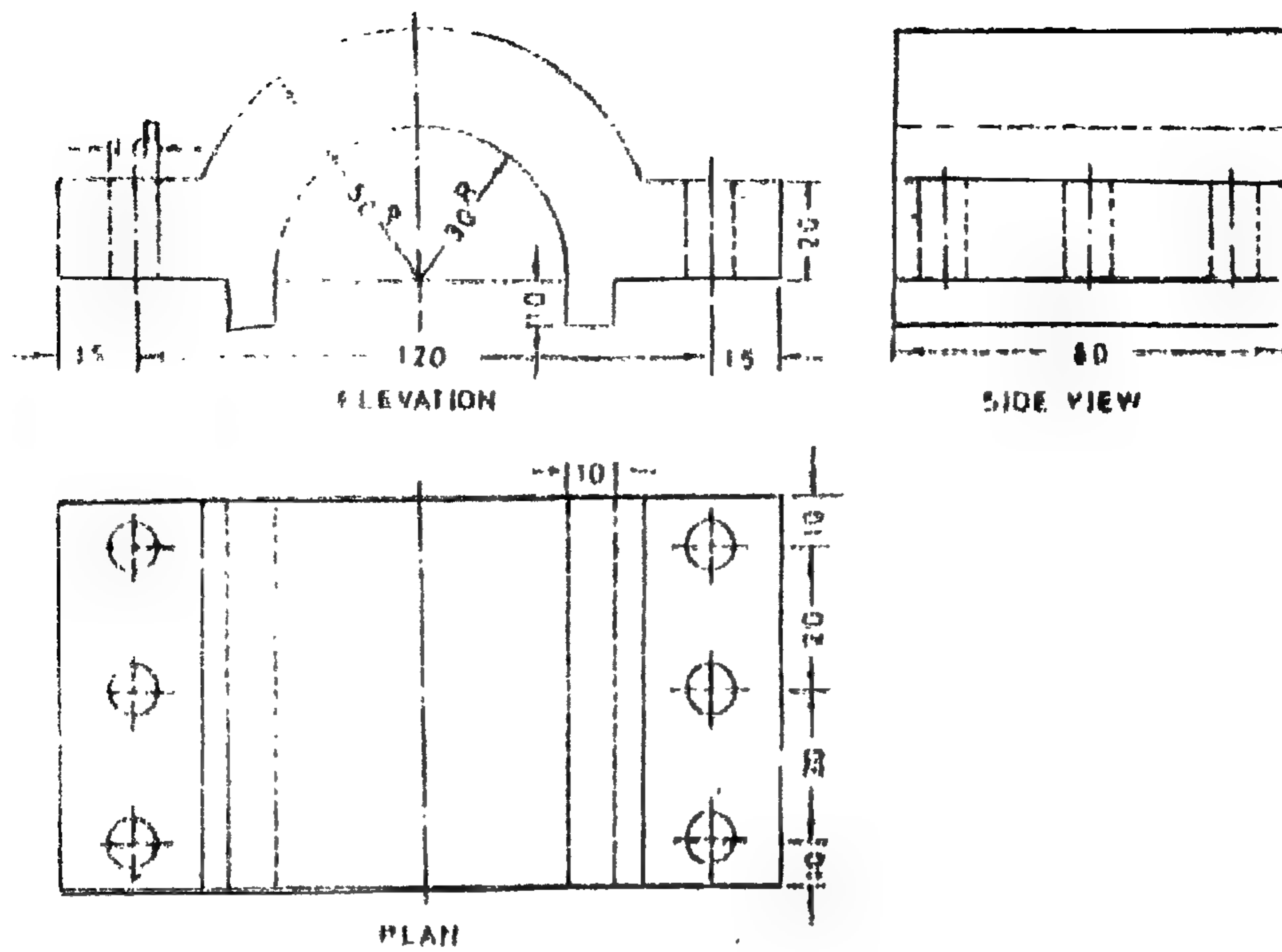
16



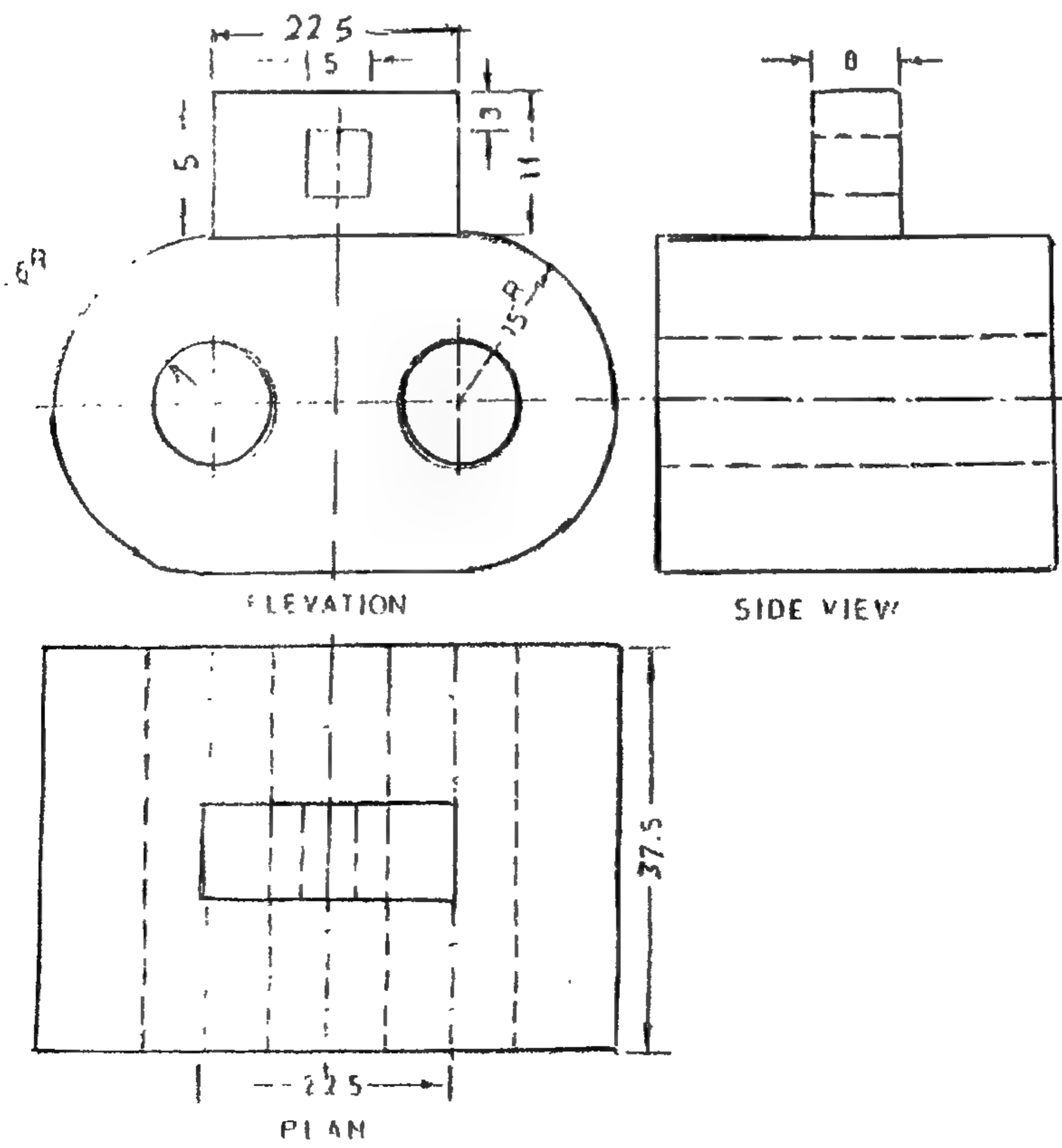
17



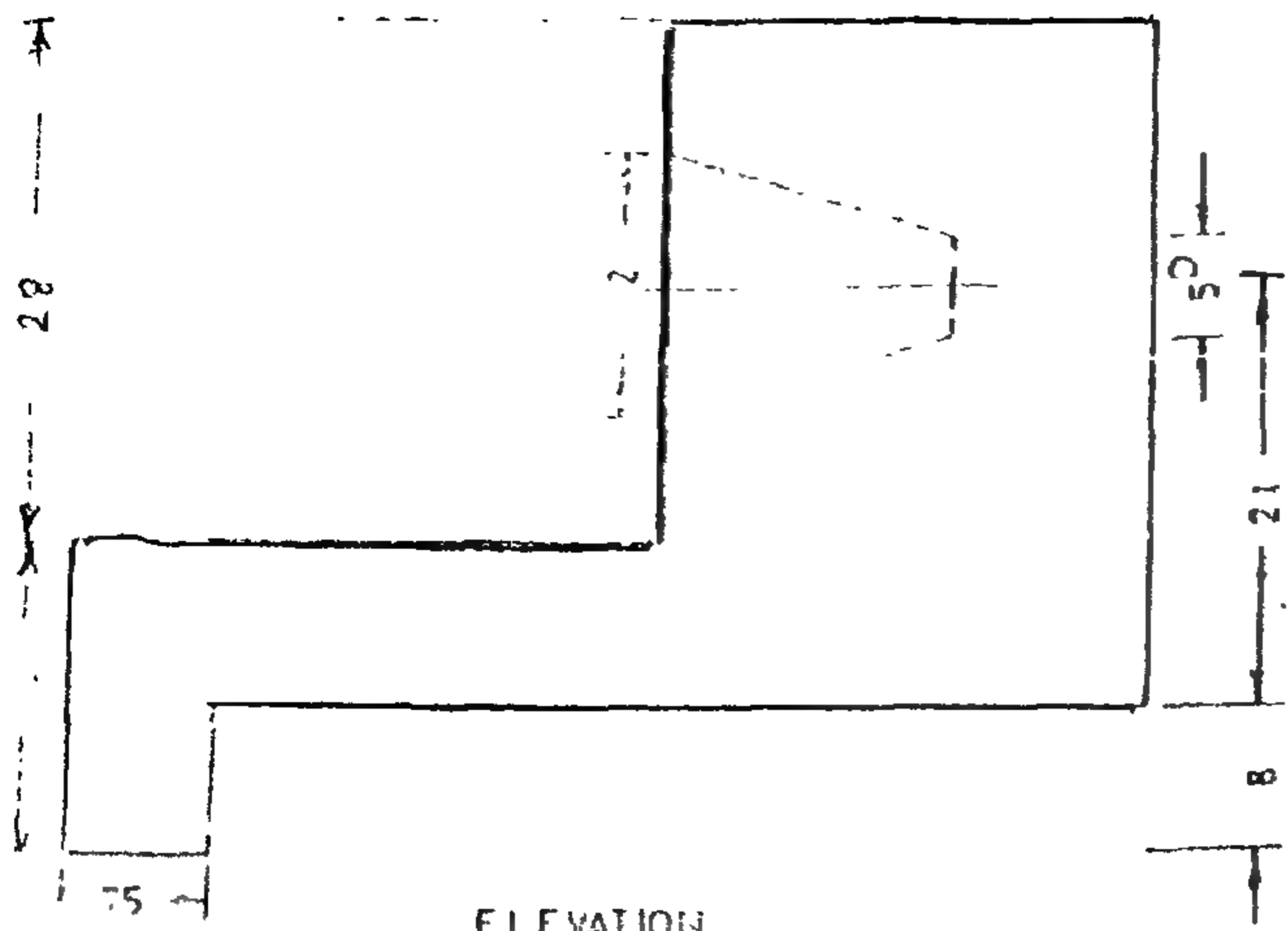
18



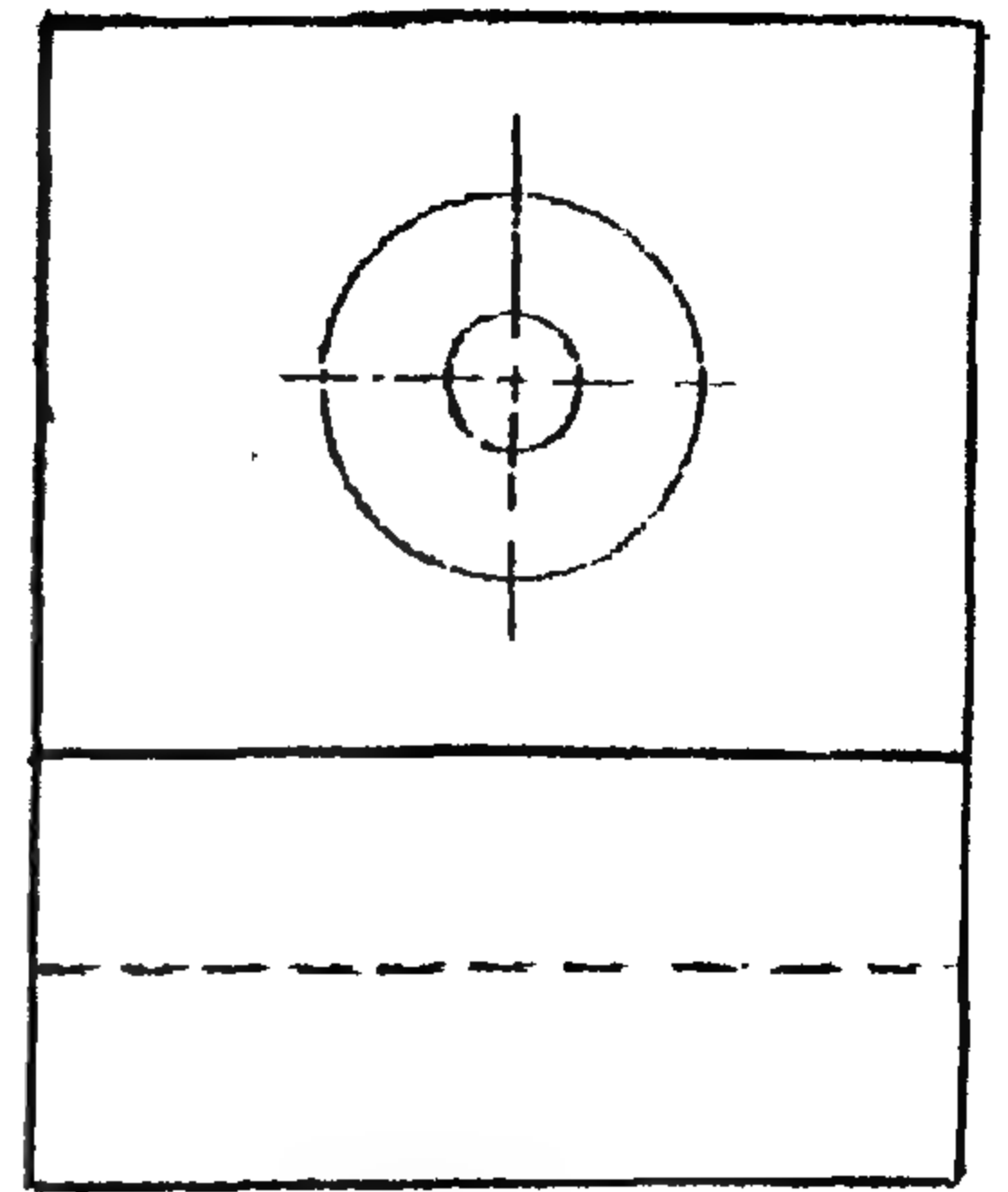
19



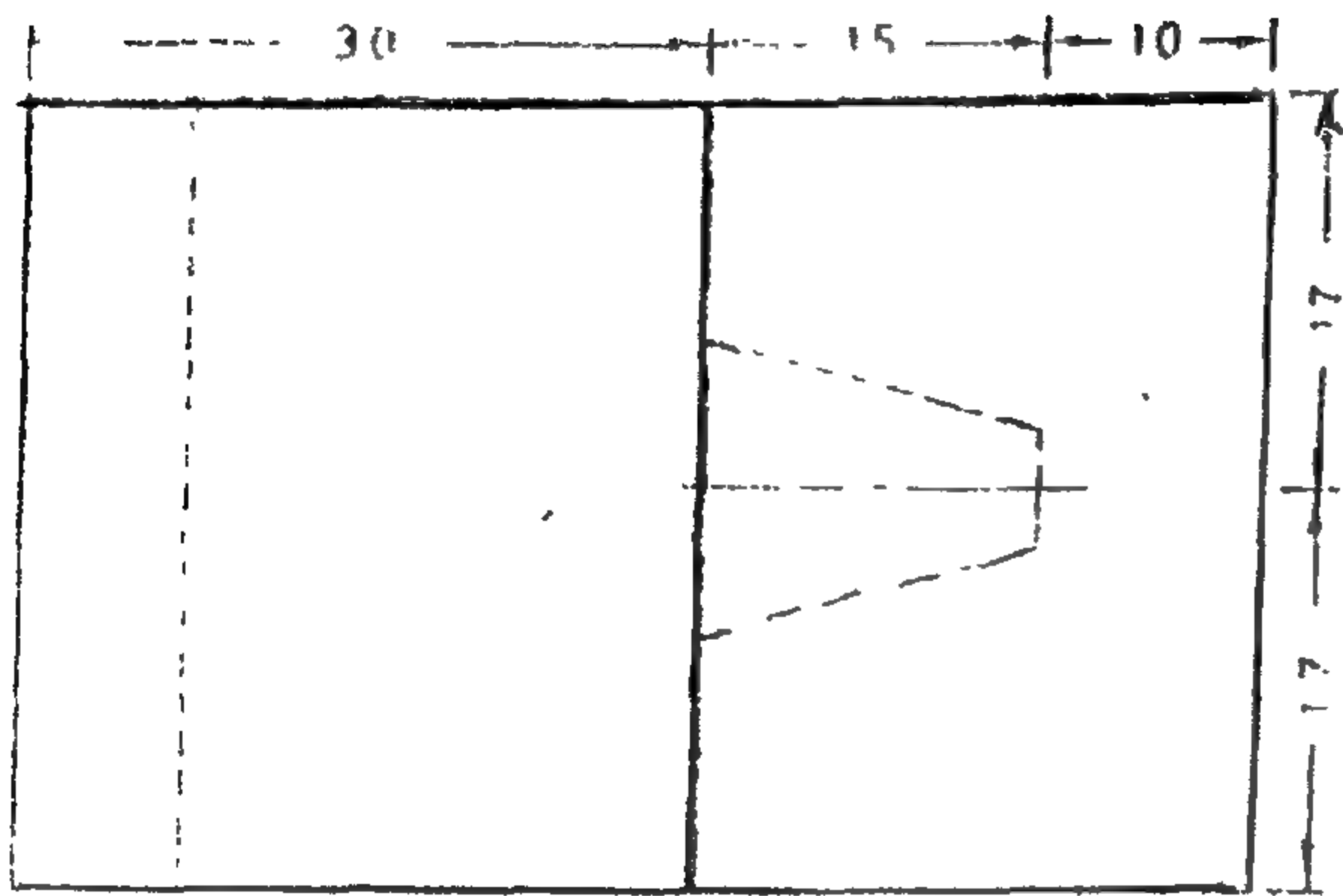
20



ELEVATION

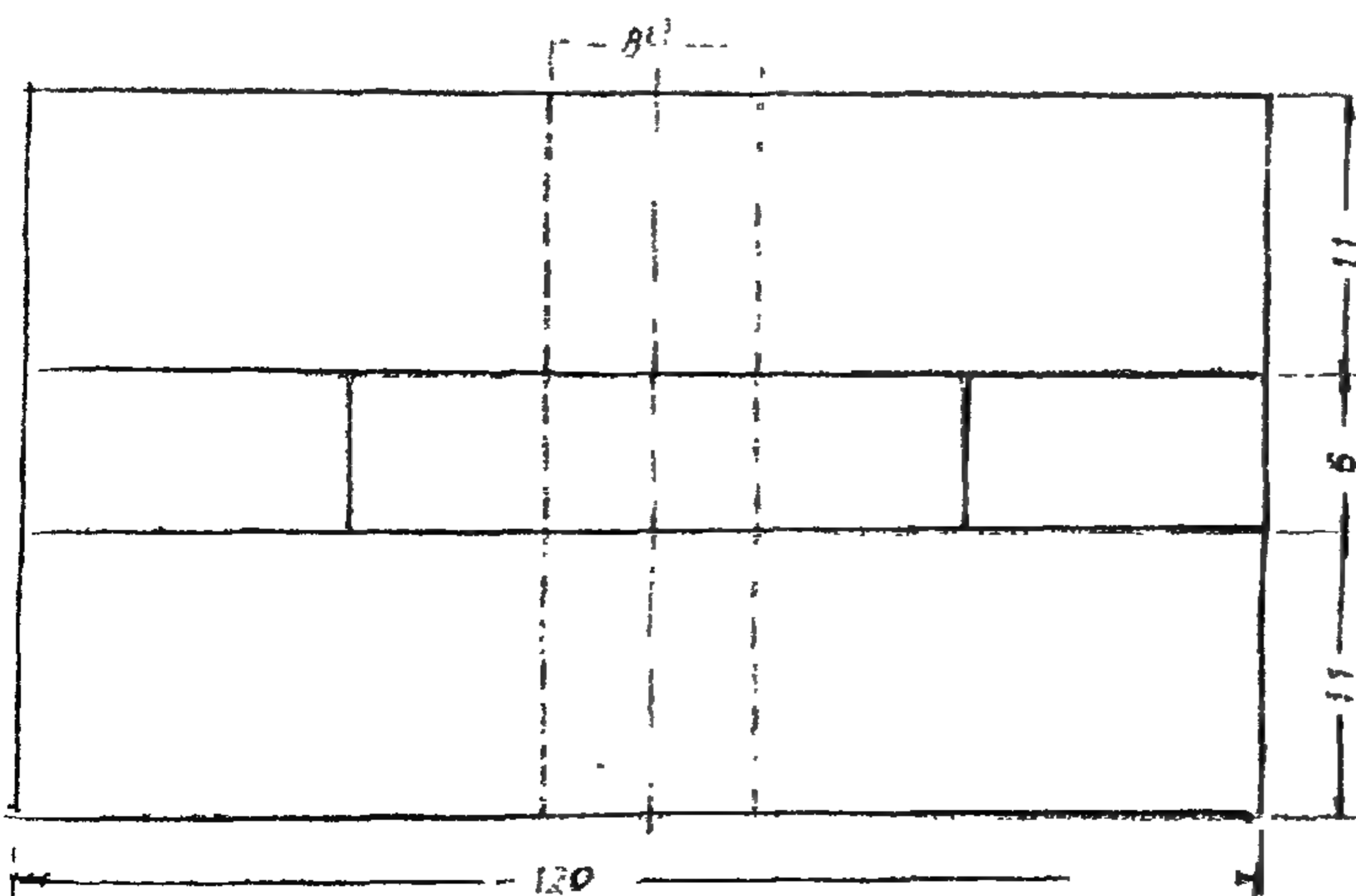
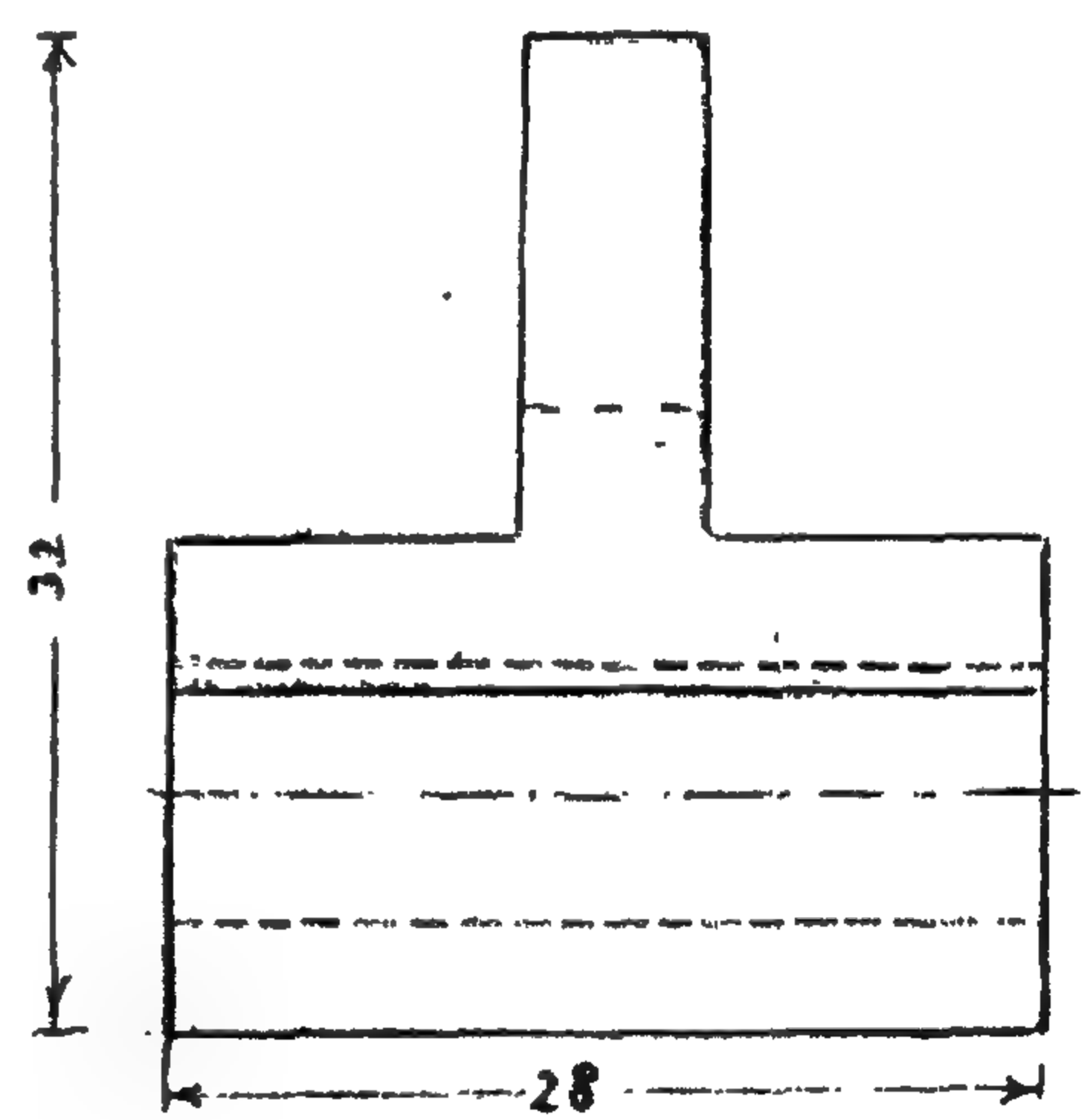
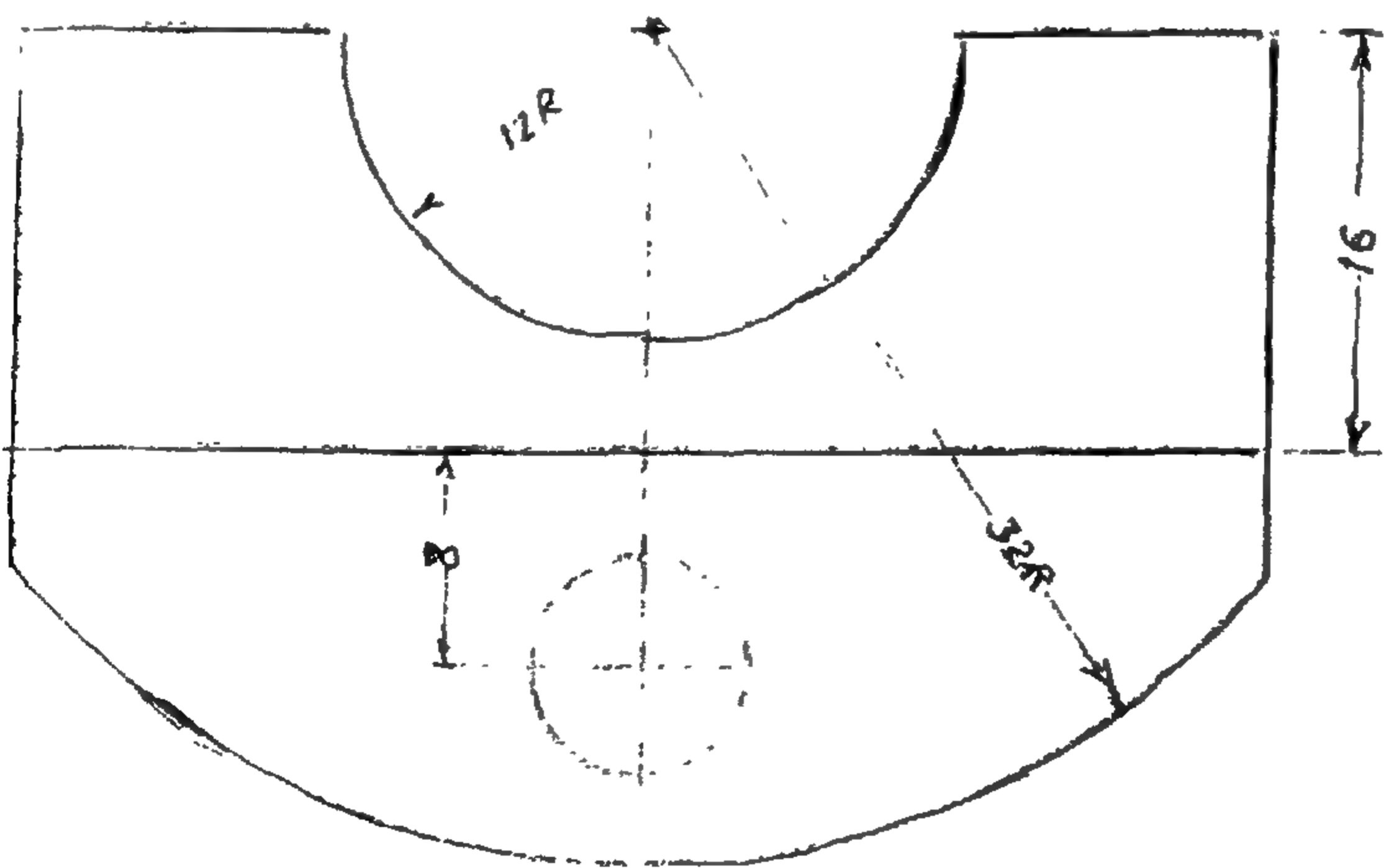


SIDE VIEW

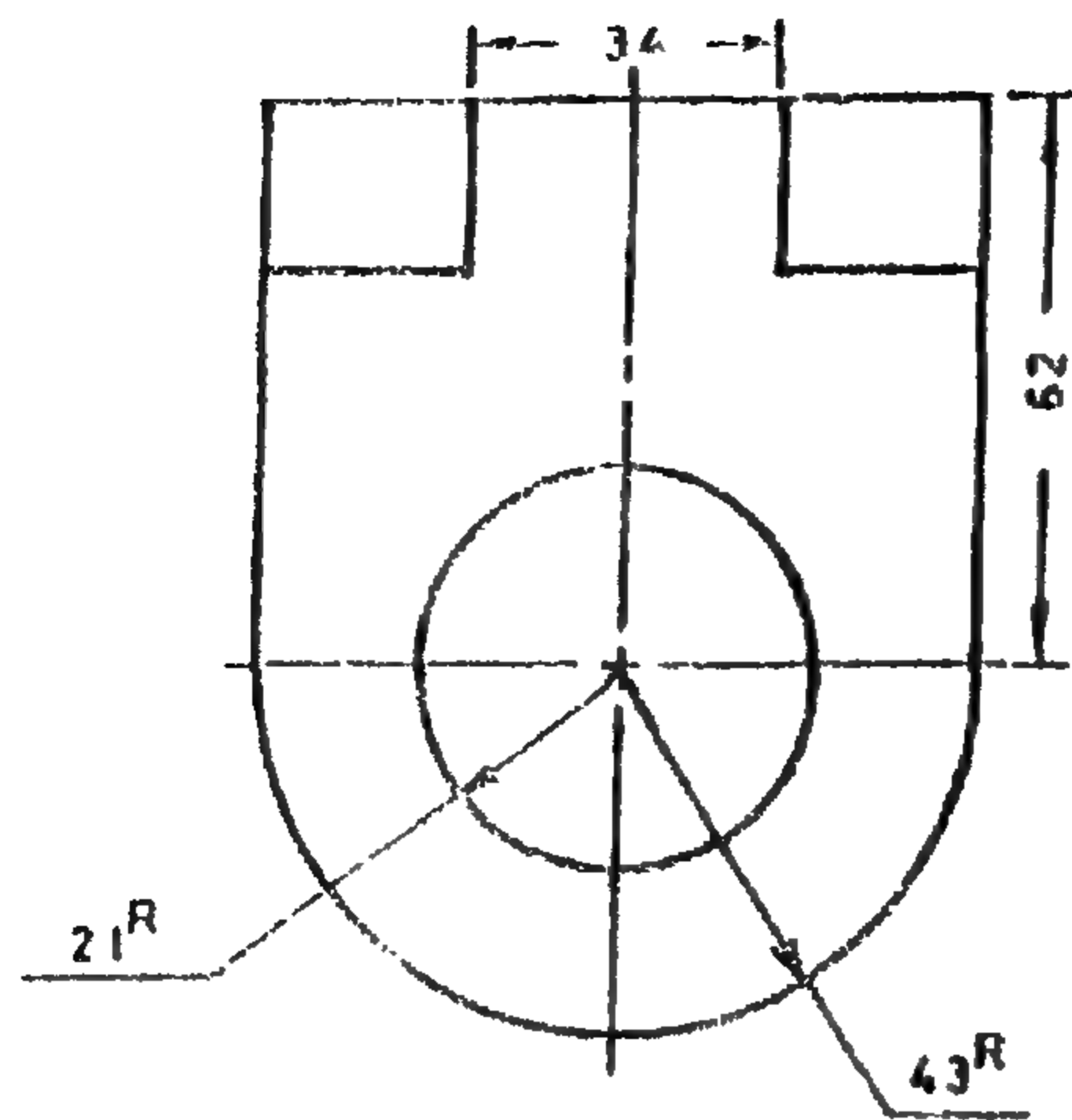


PLAN

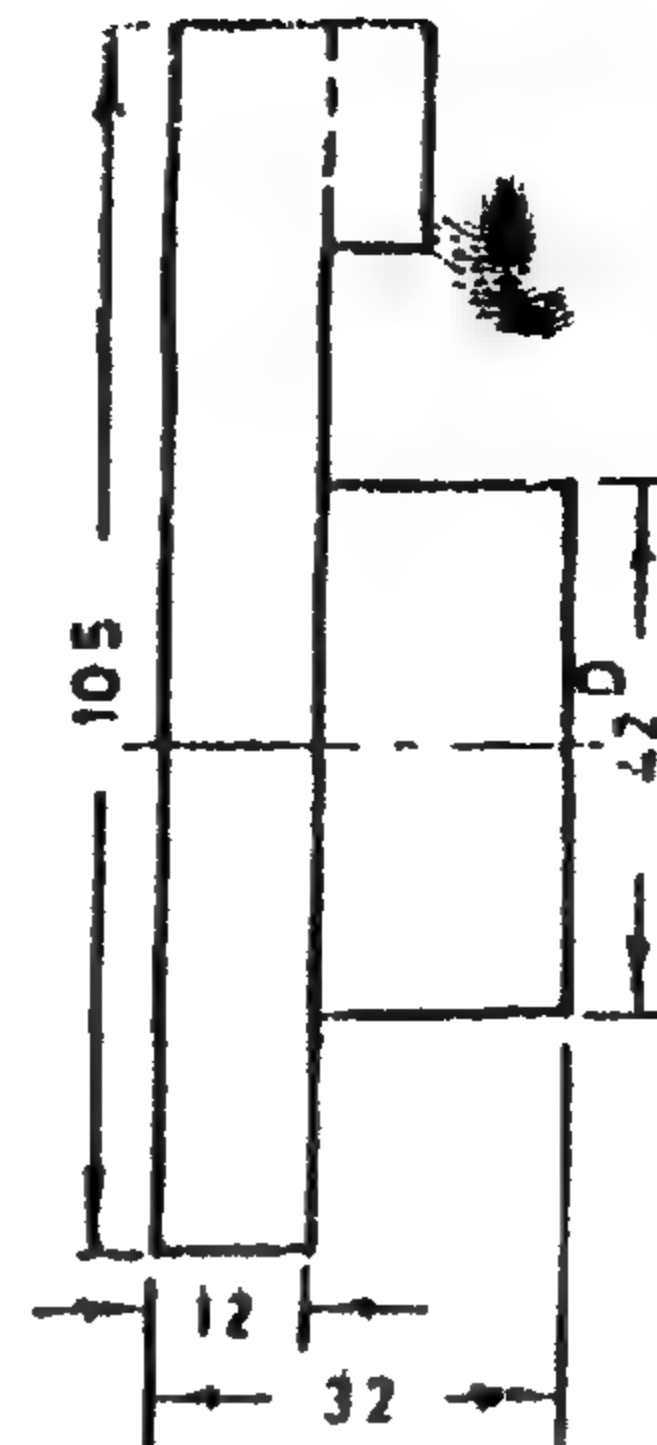
21



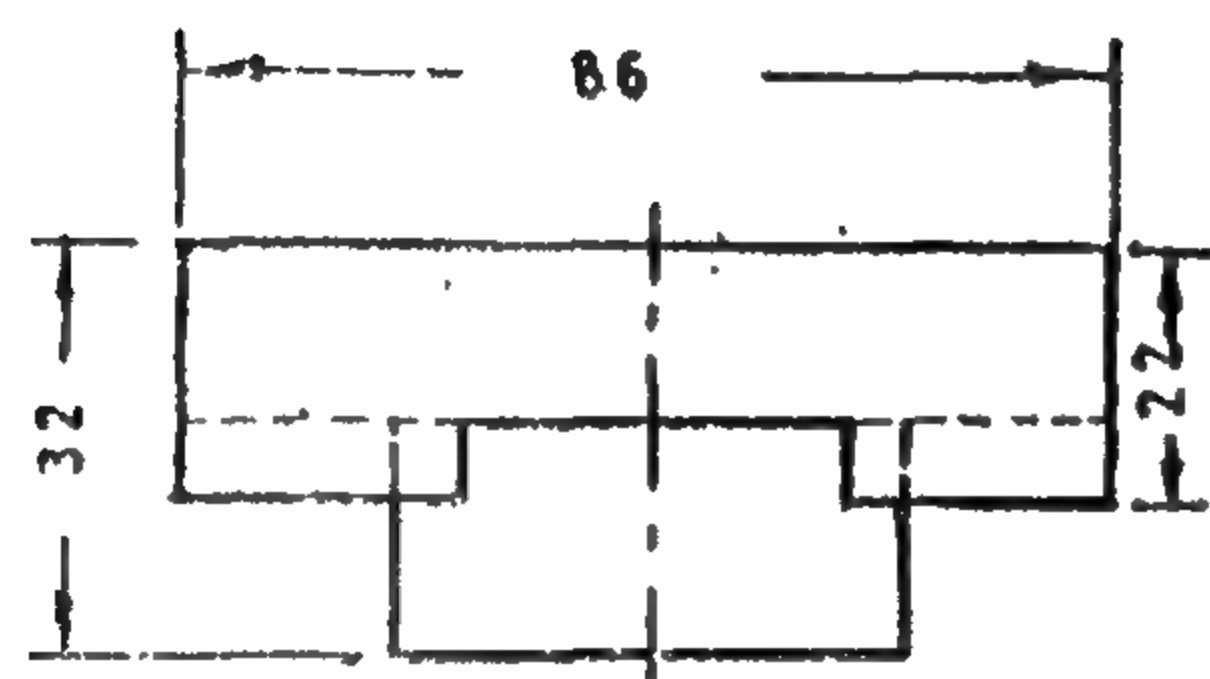
22



ELEVATION

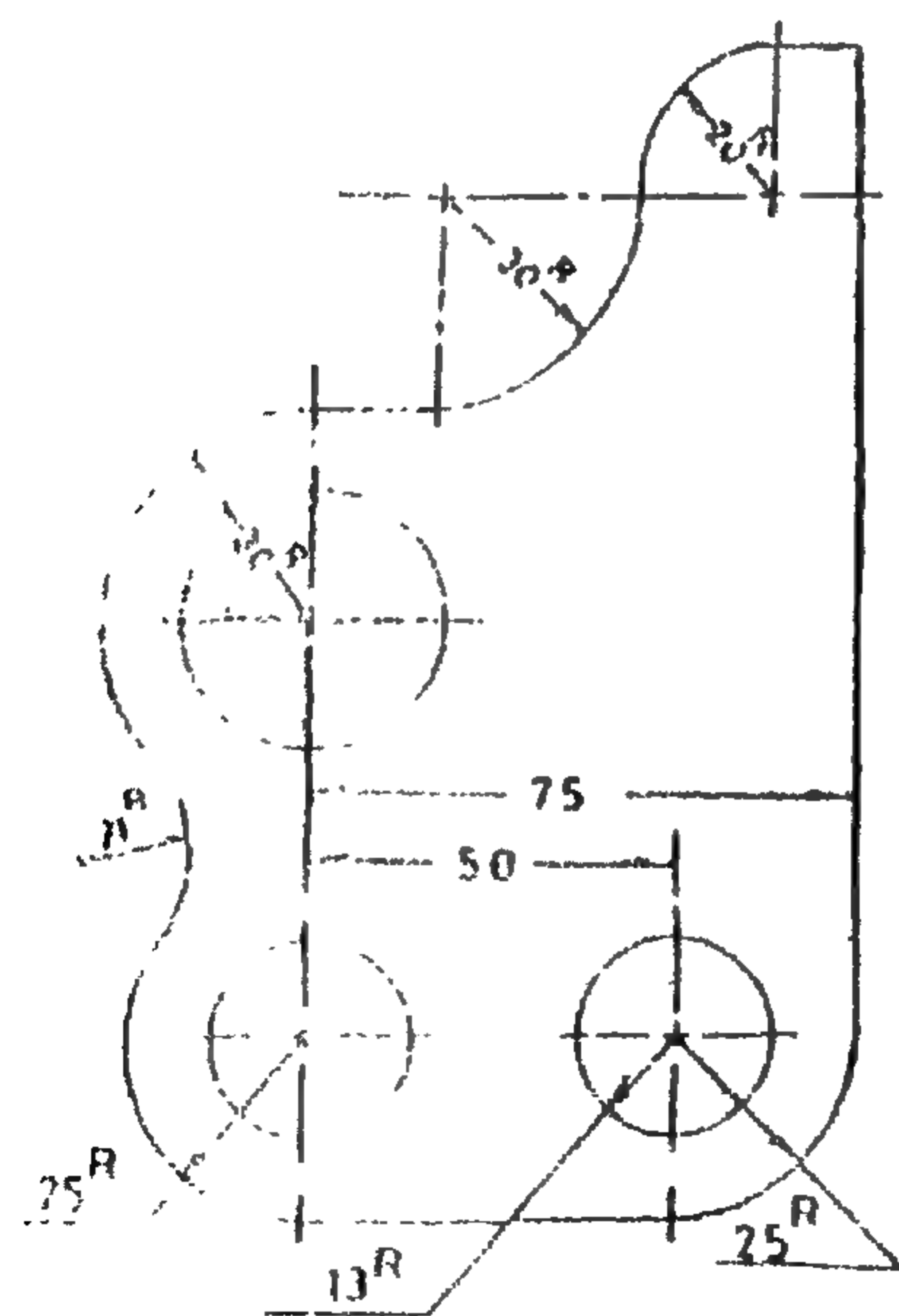


SIDE VIEW

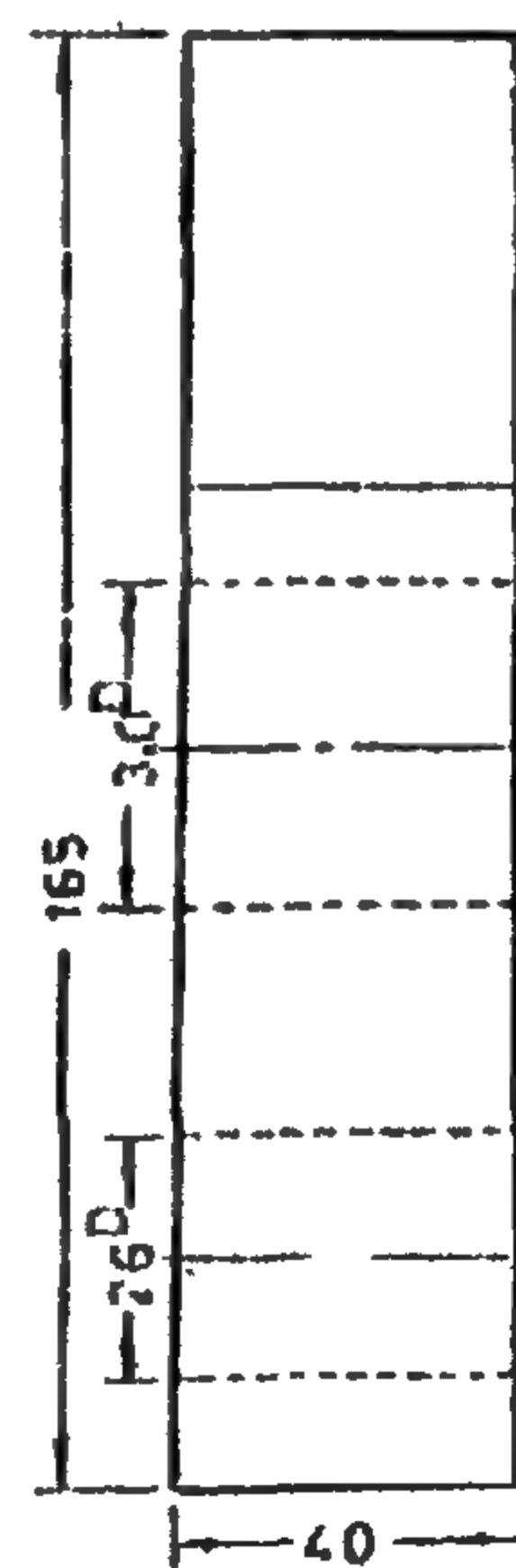


PLAN

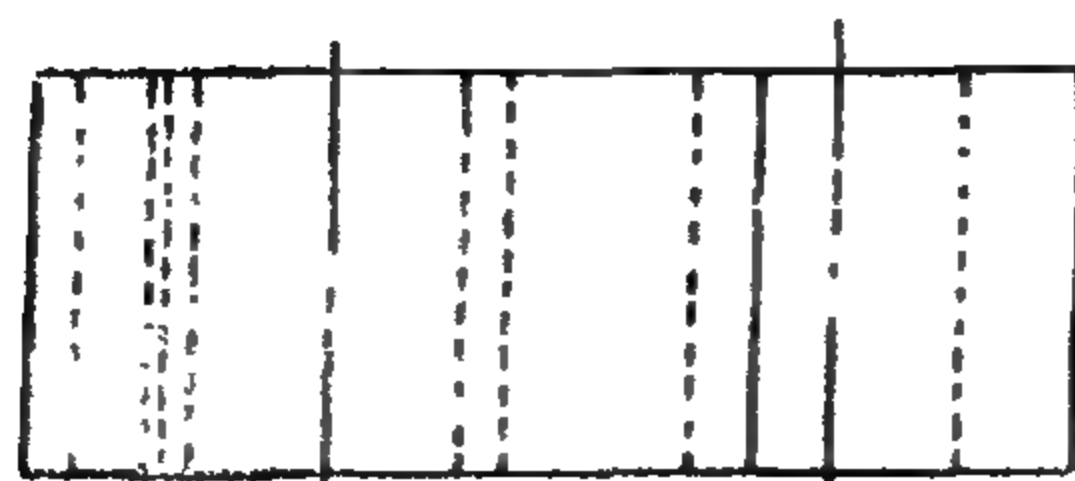
23



ELEVATION

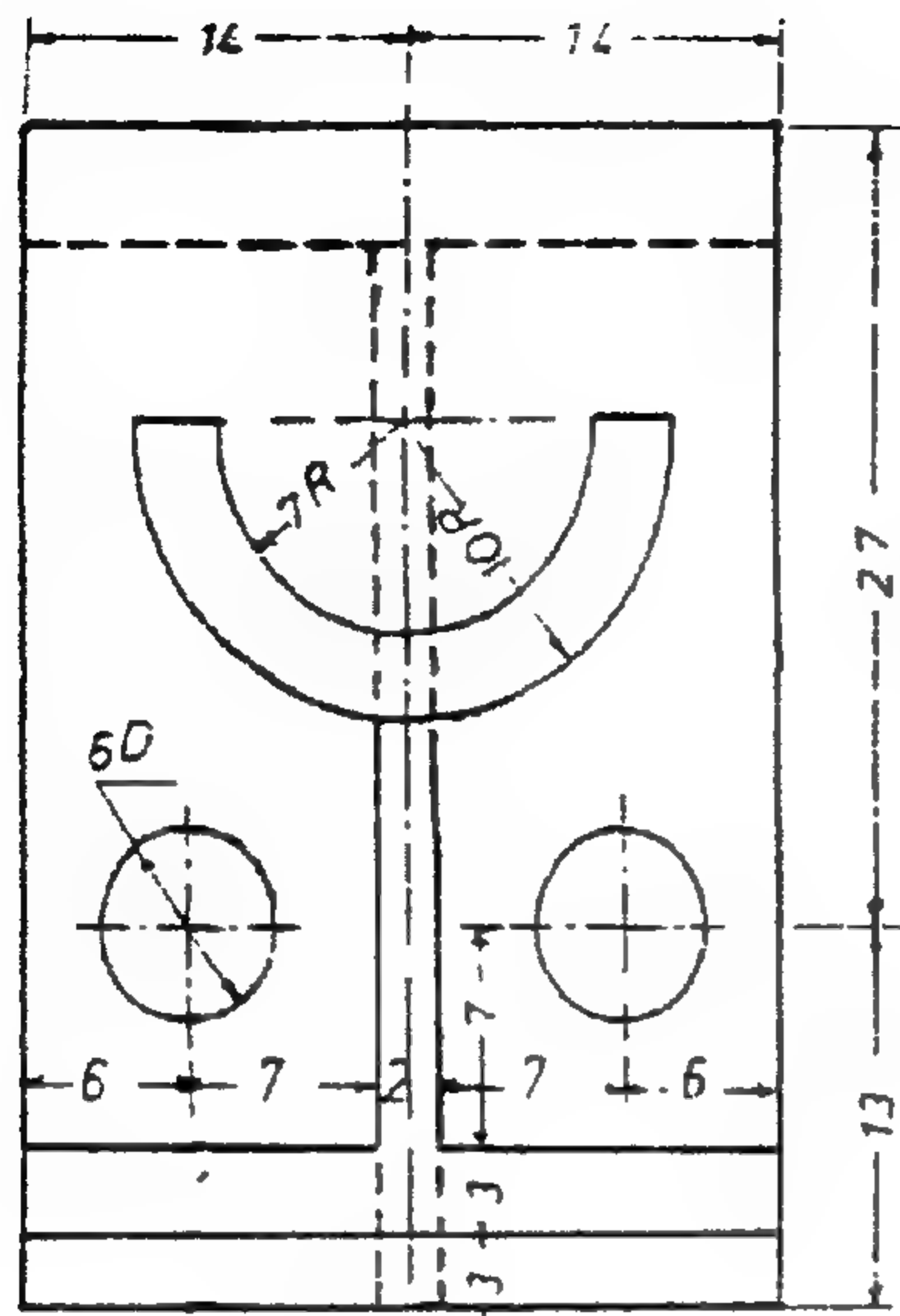


SIDE VIEW

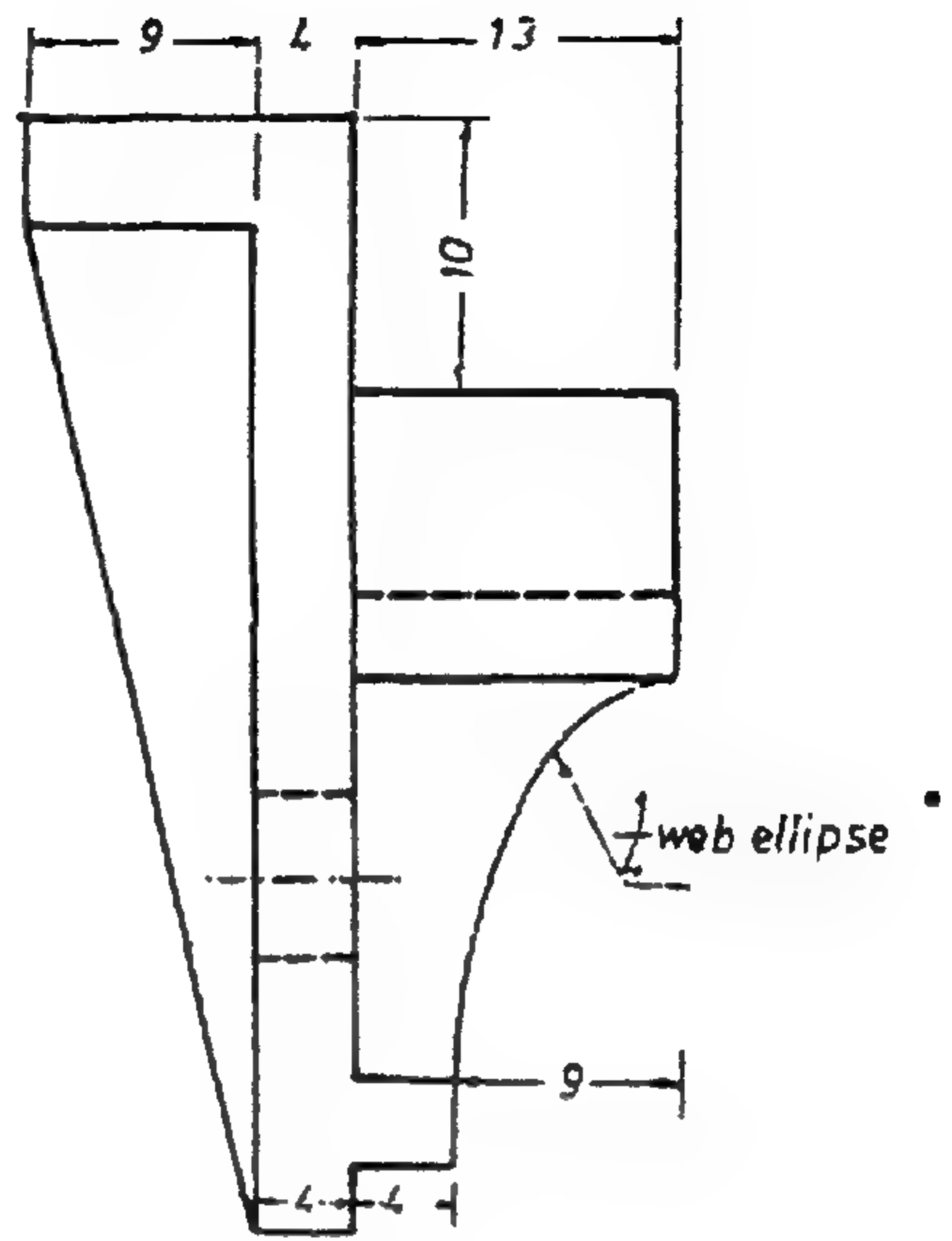


PLAN

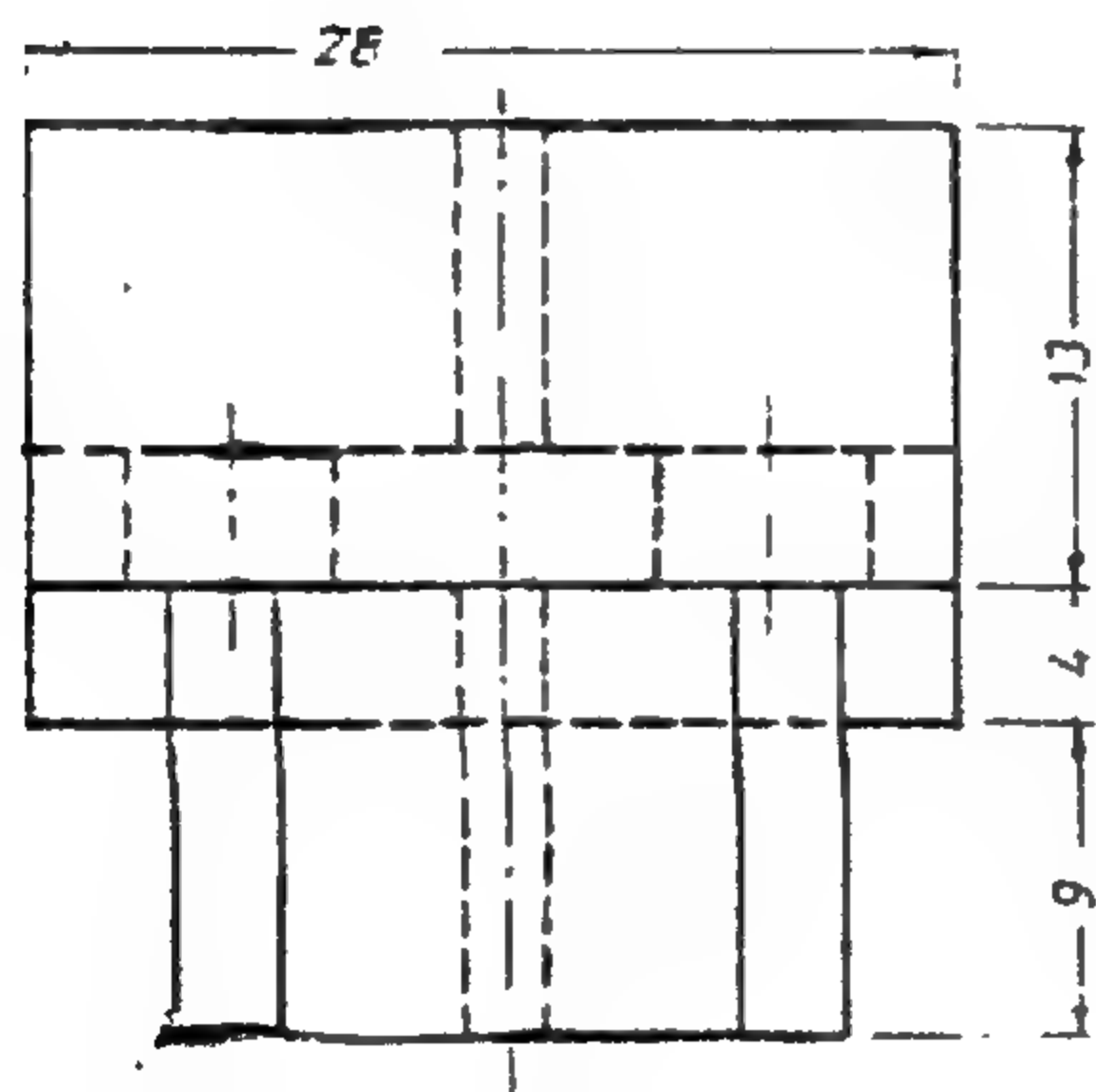
24



ELEVATION



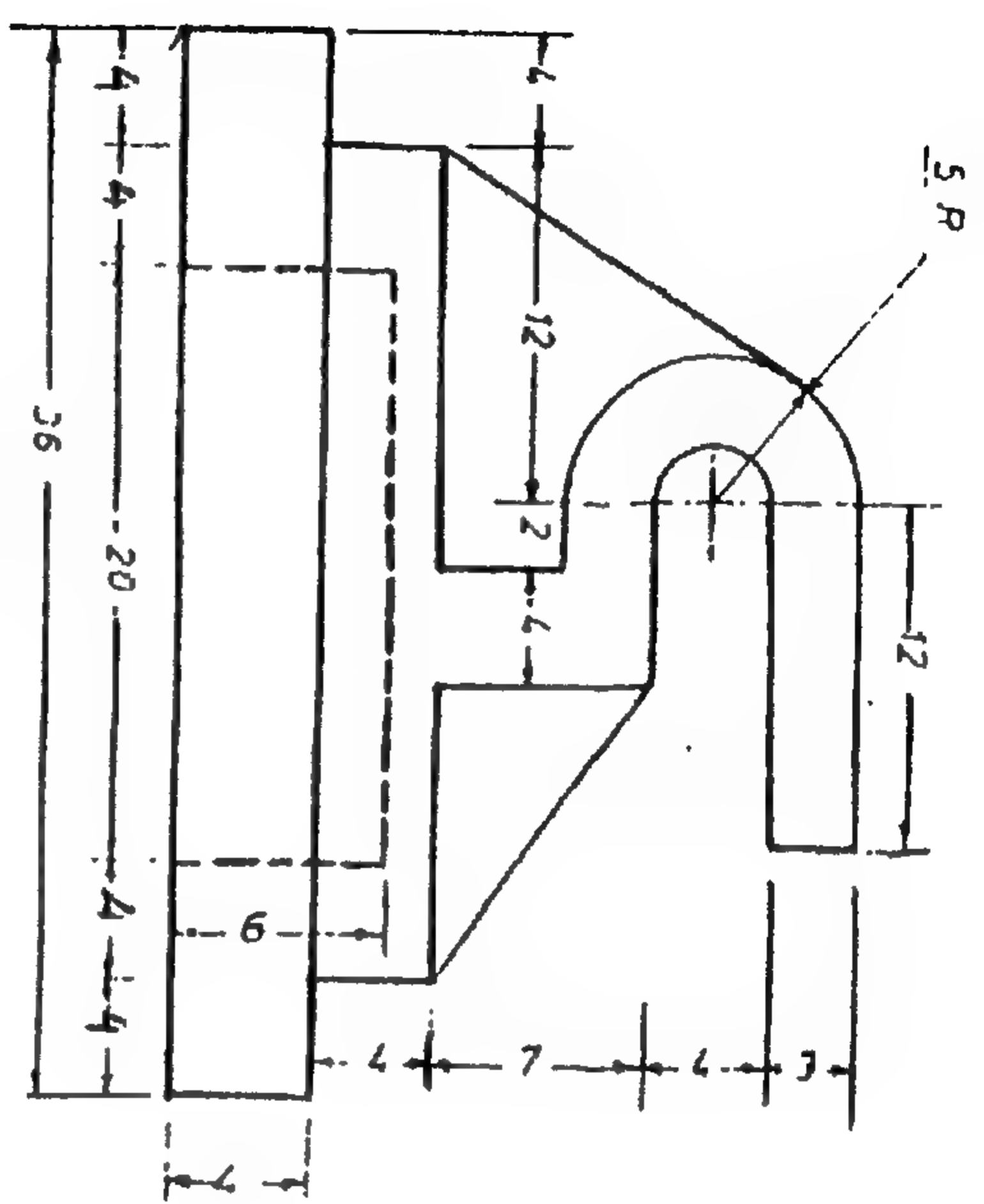
SIDE VIEW



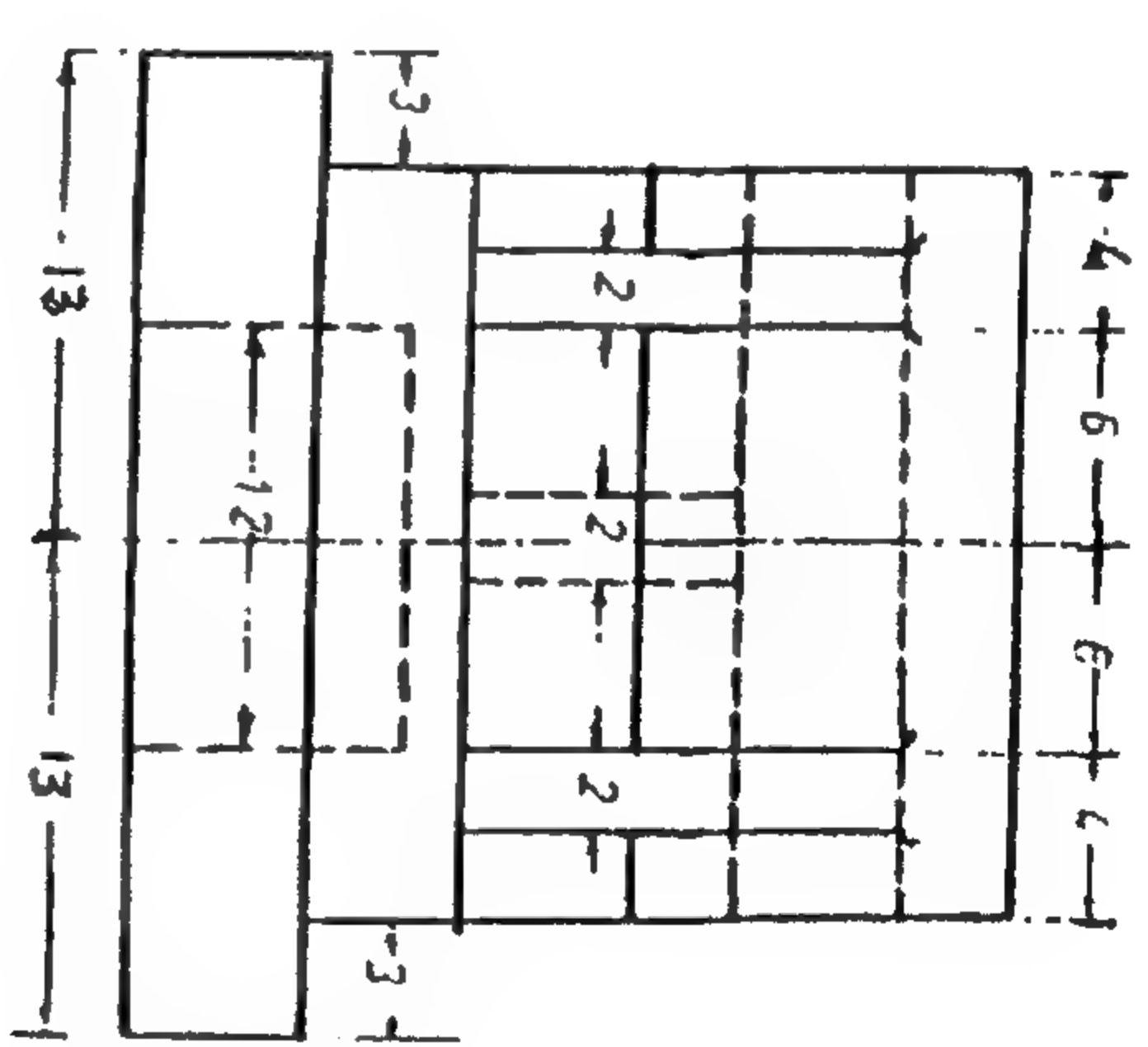
PLAN

25

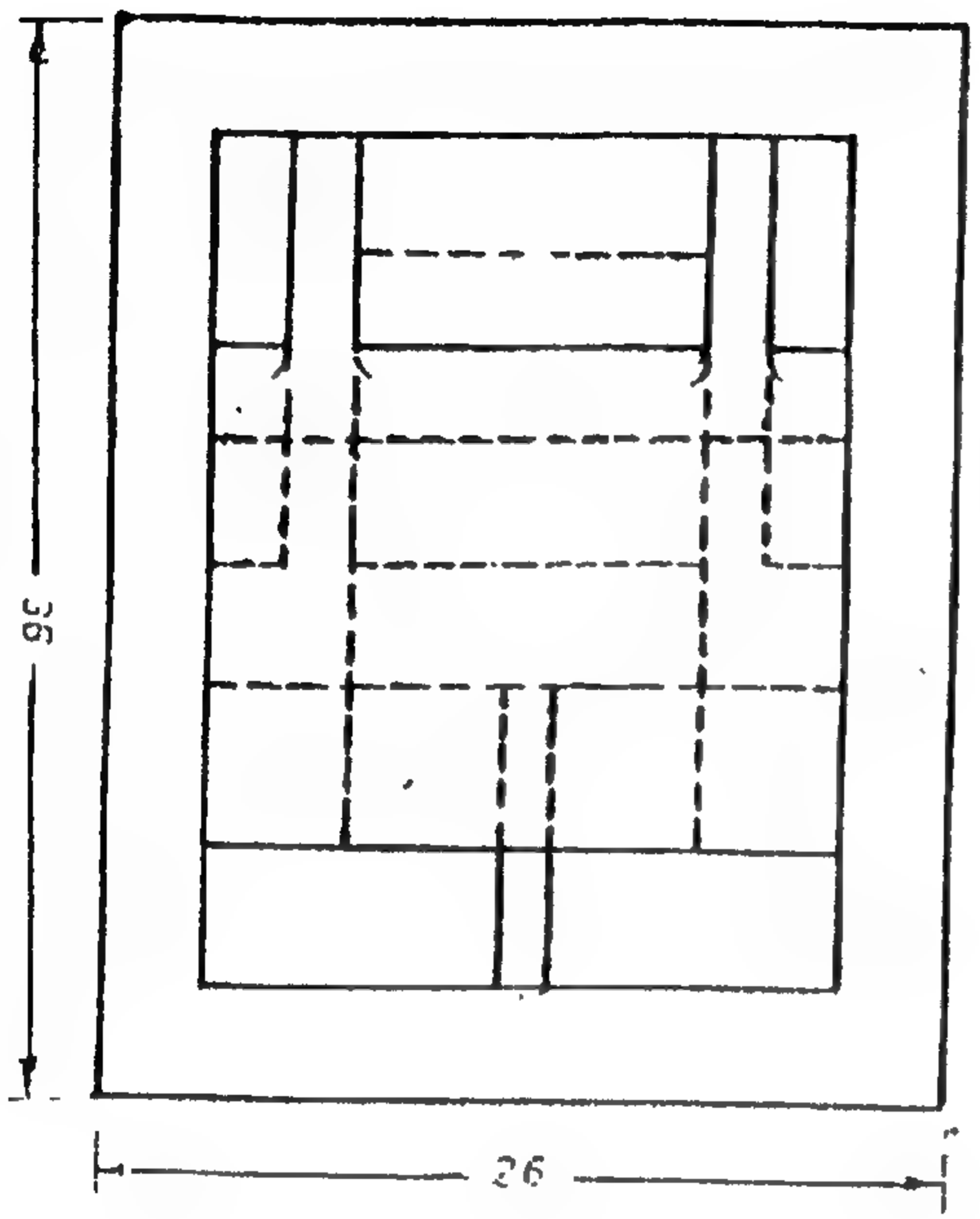
DIMS IN CMS



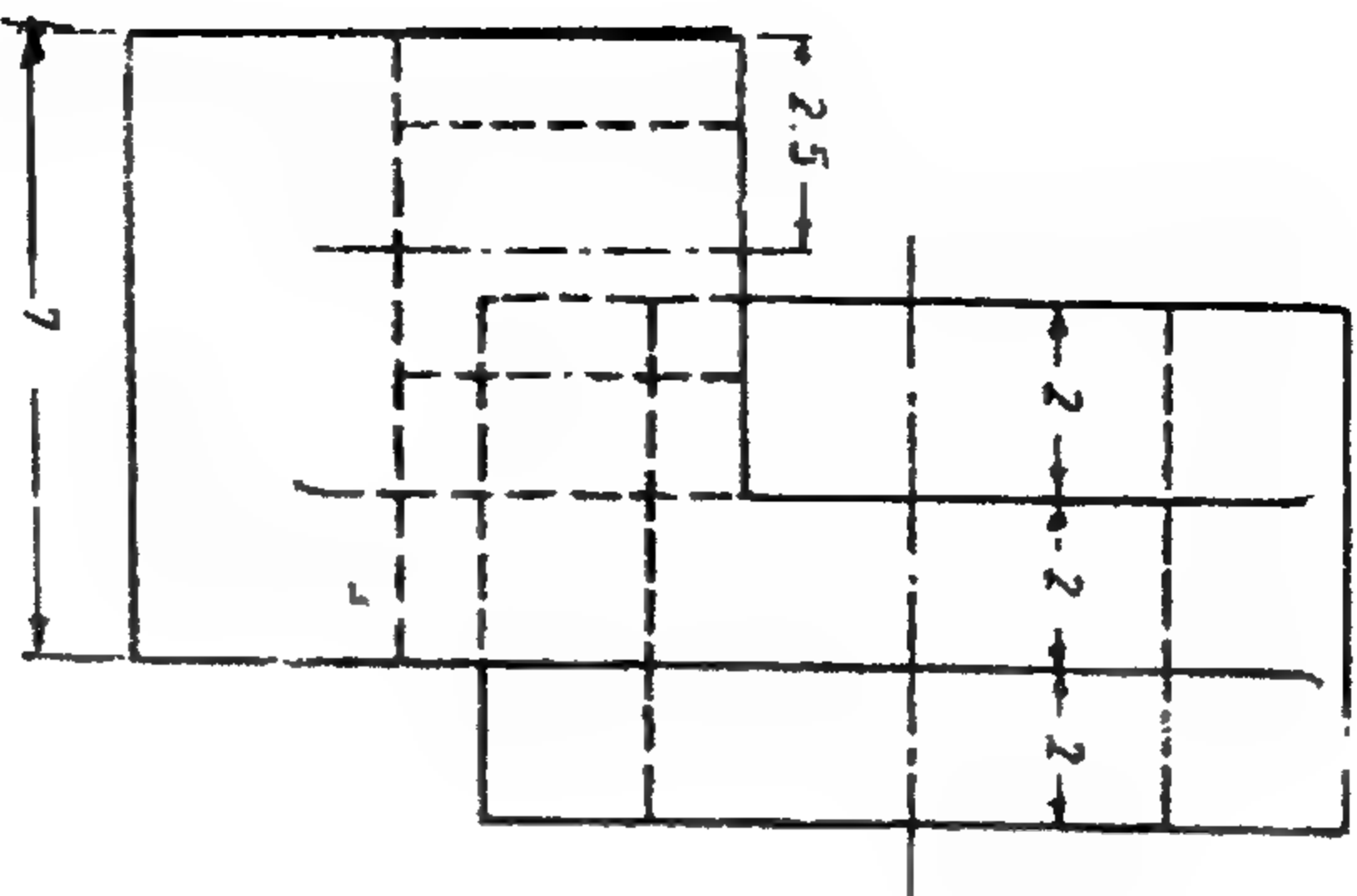
ELEVATION



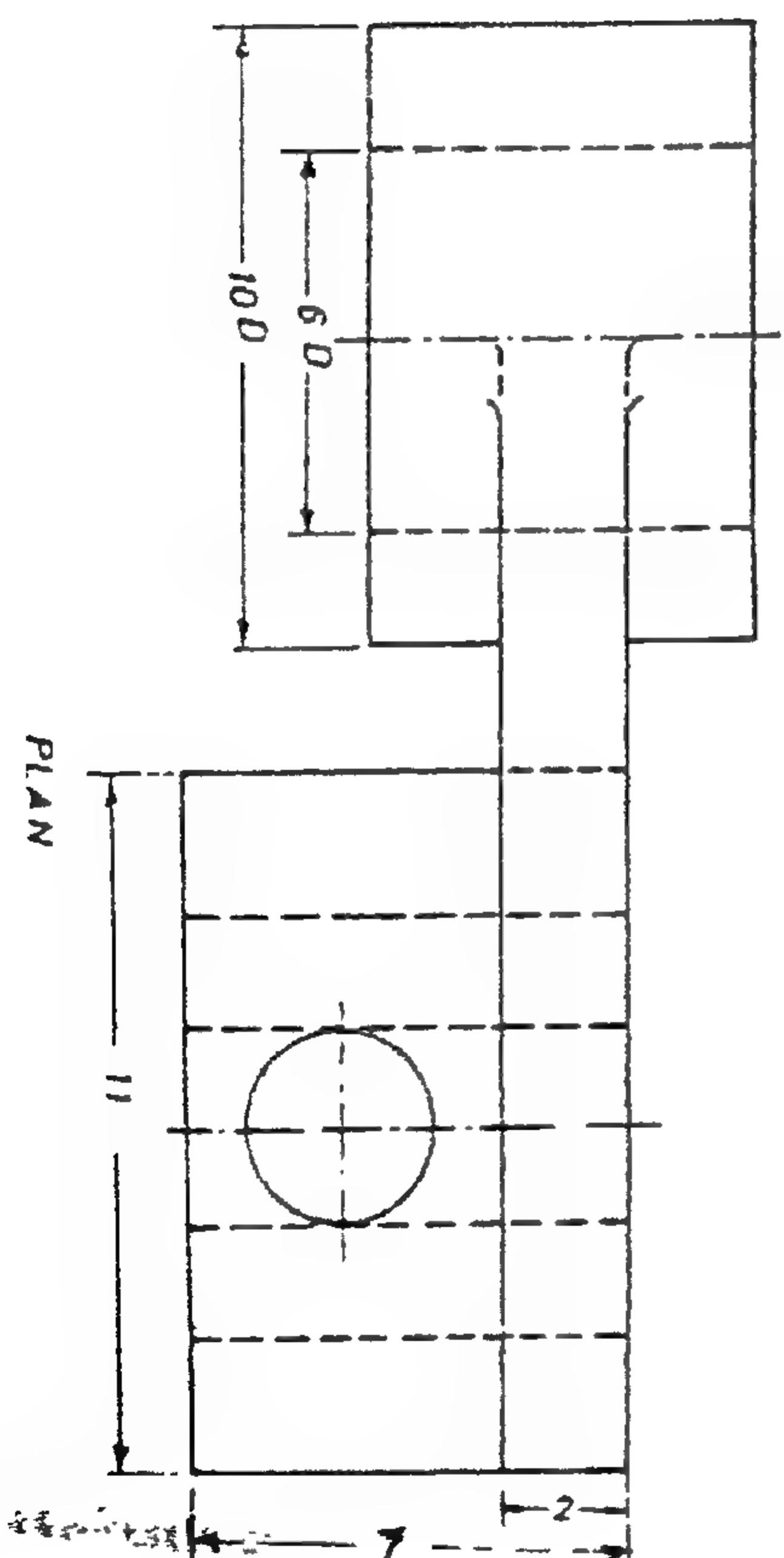
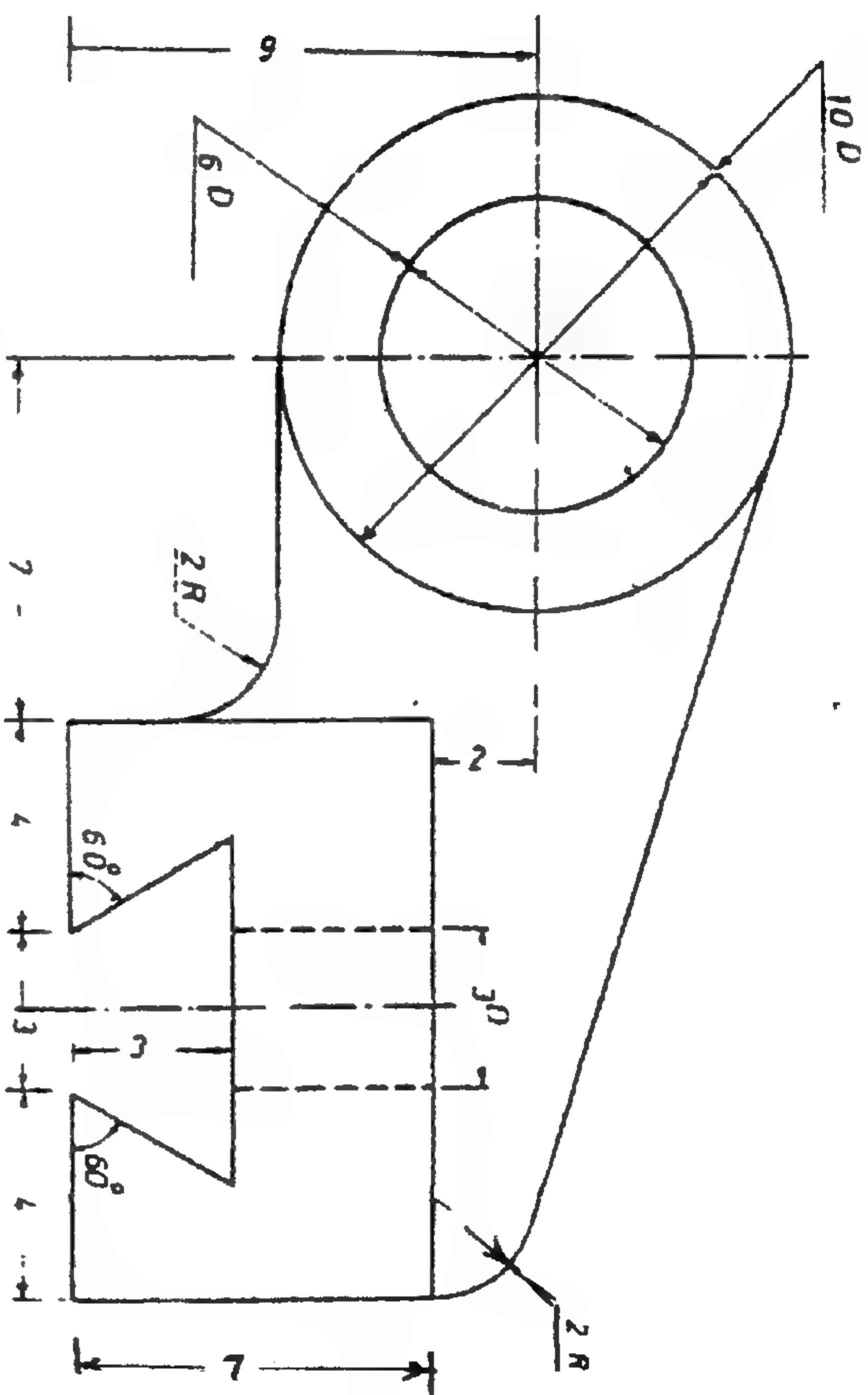
SIDE VIEW

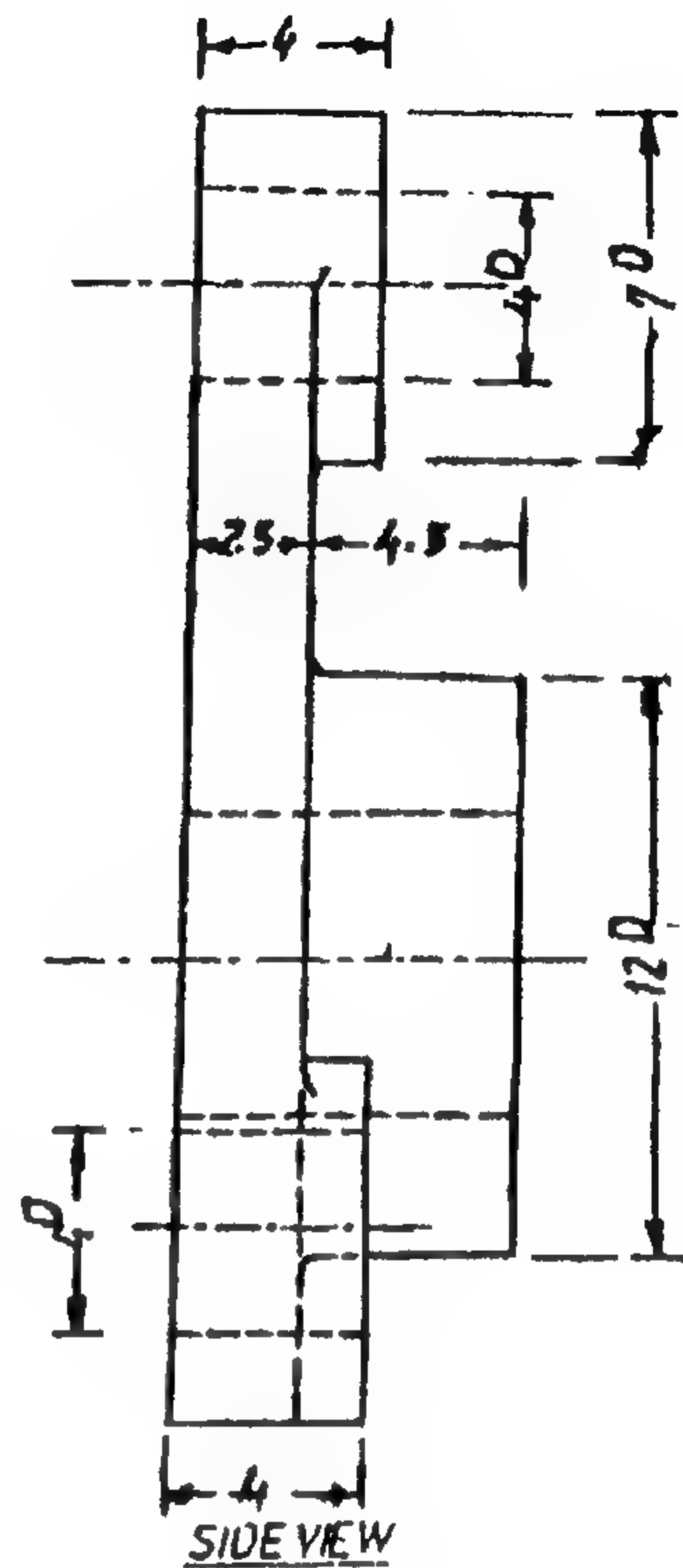
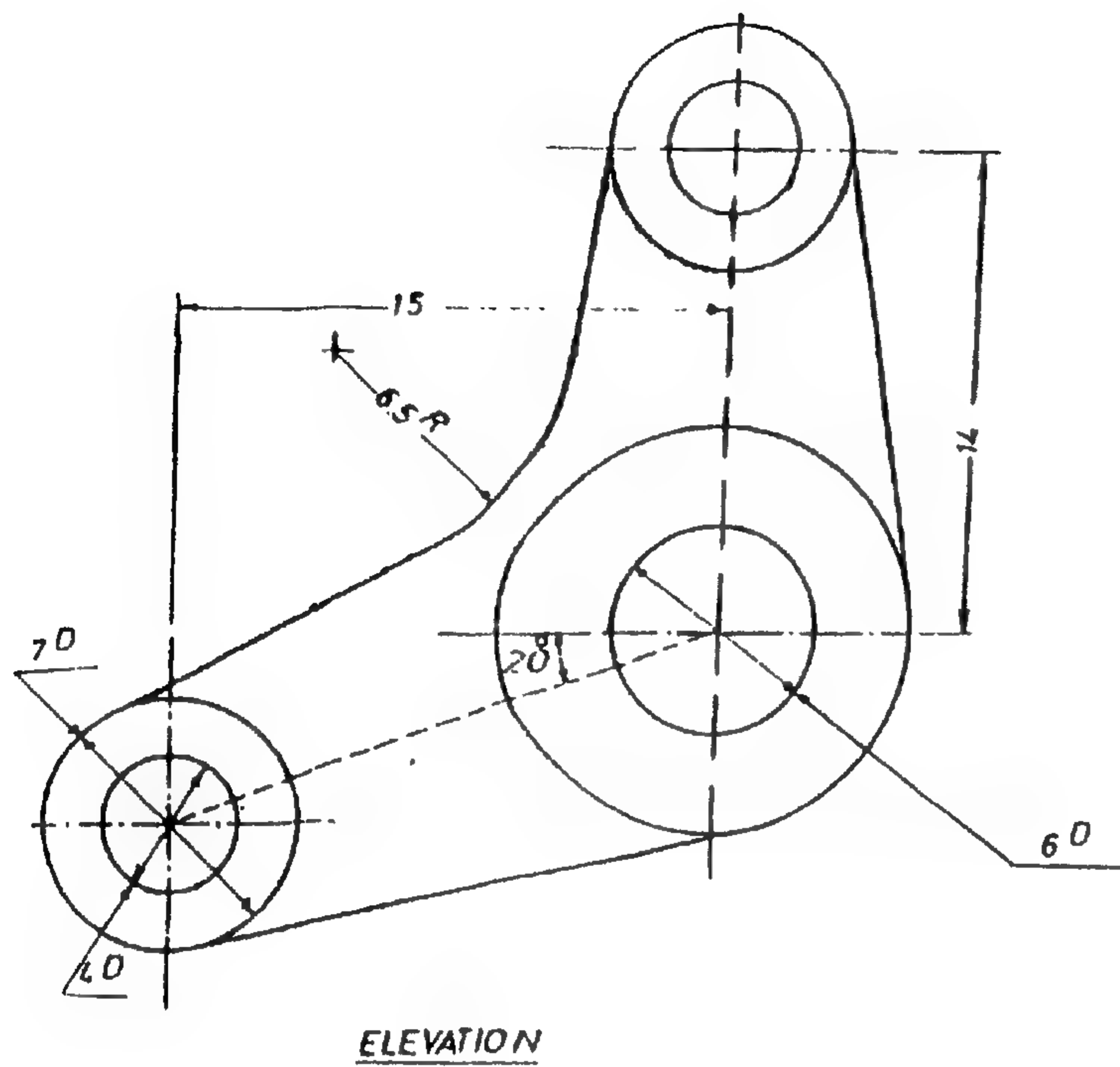


PLAN



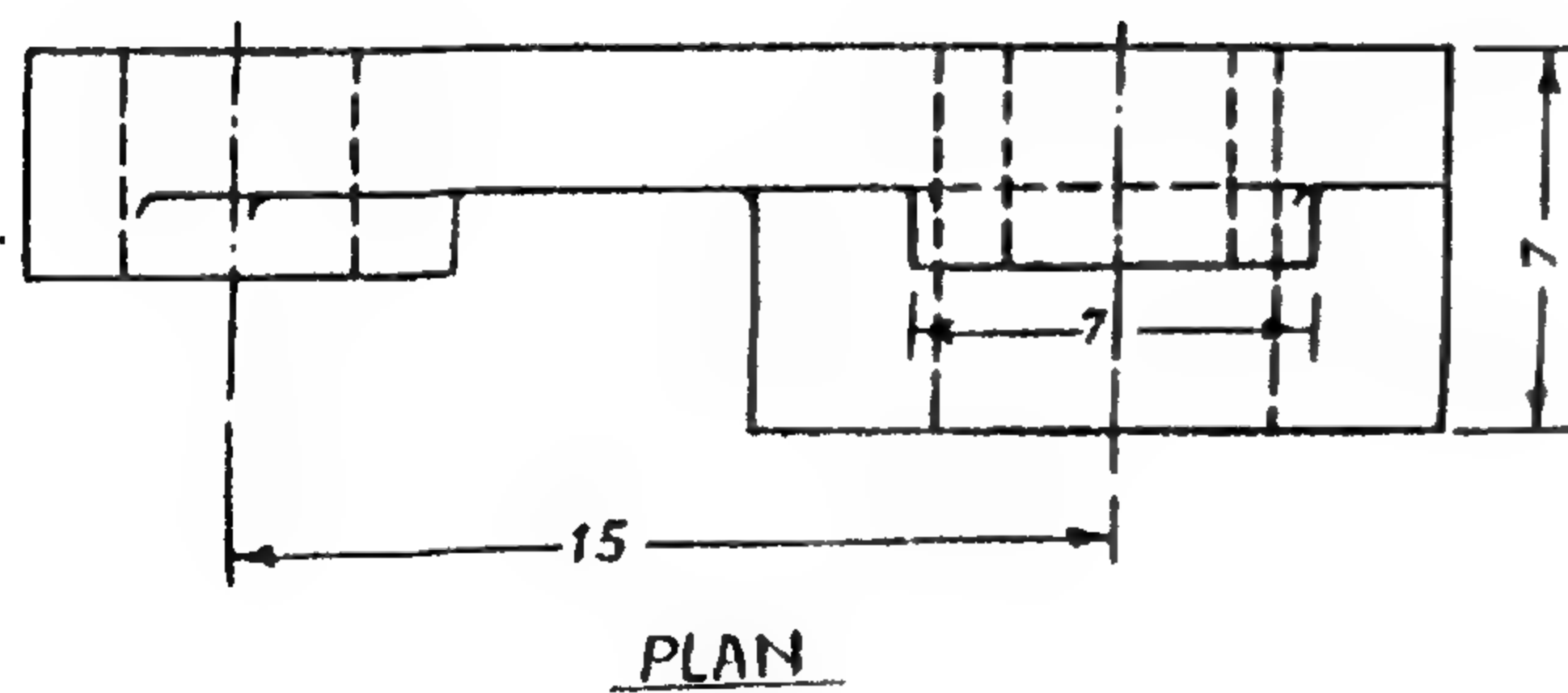
27

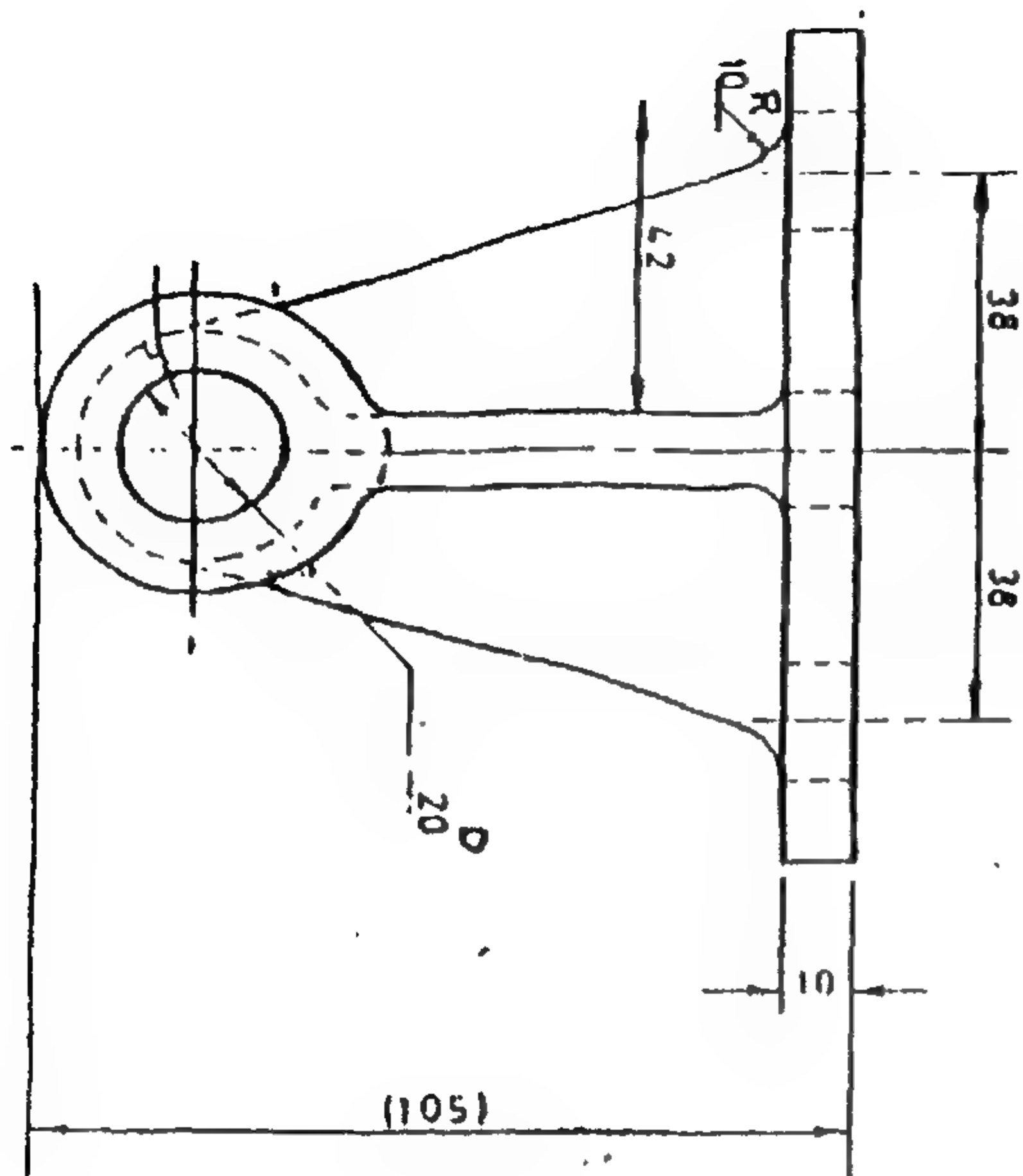
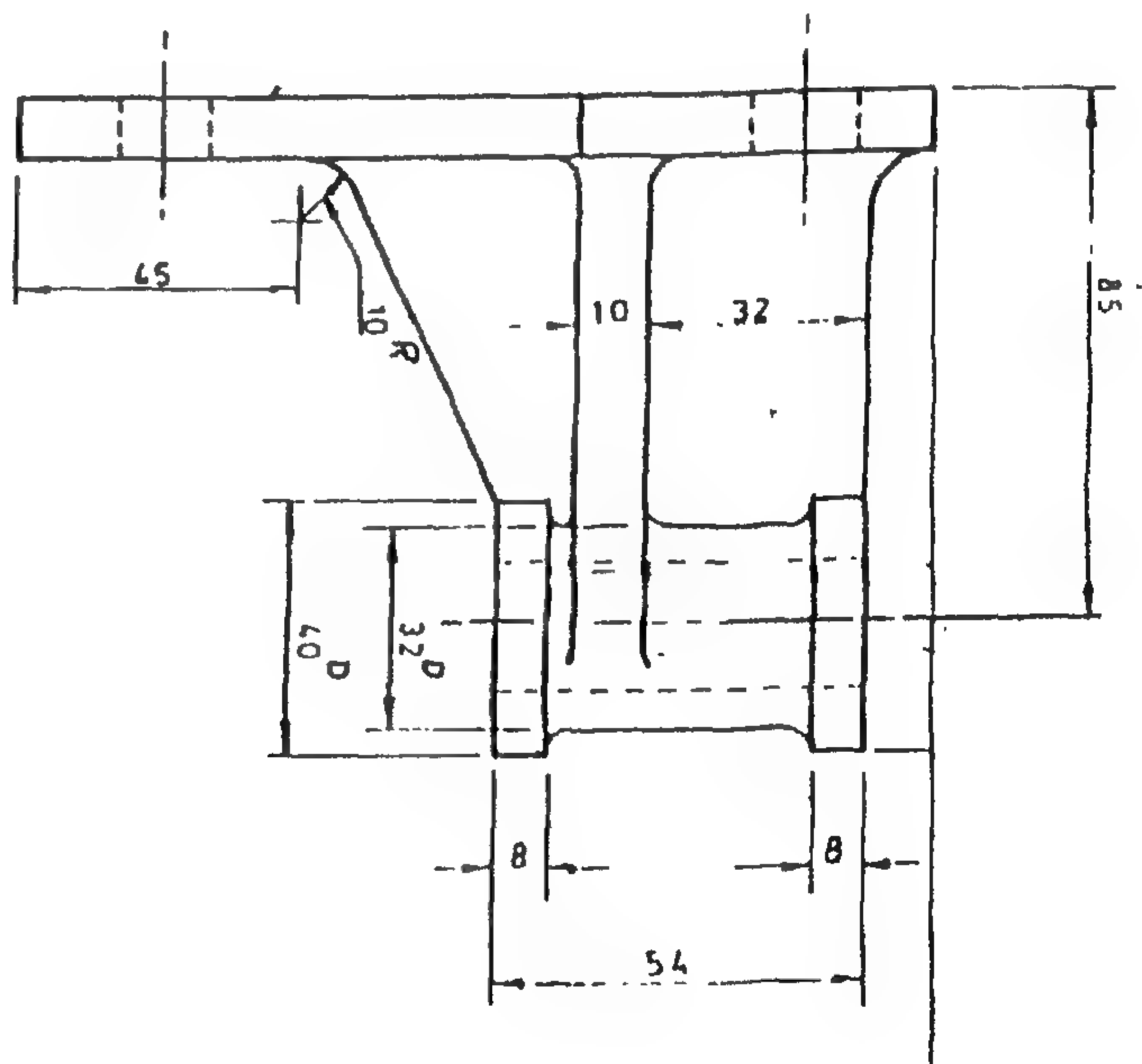
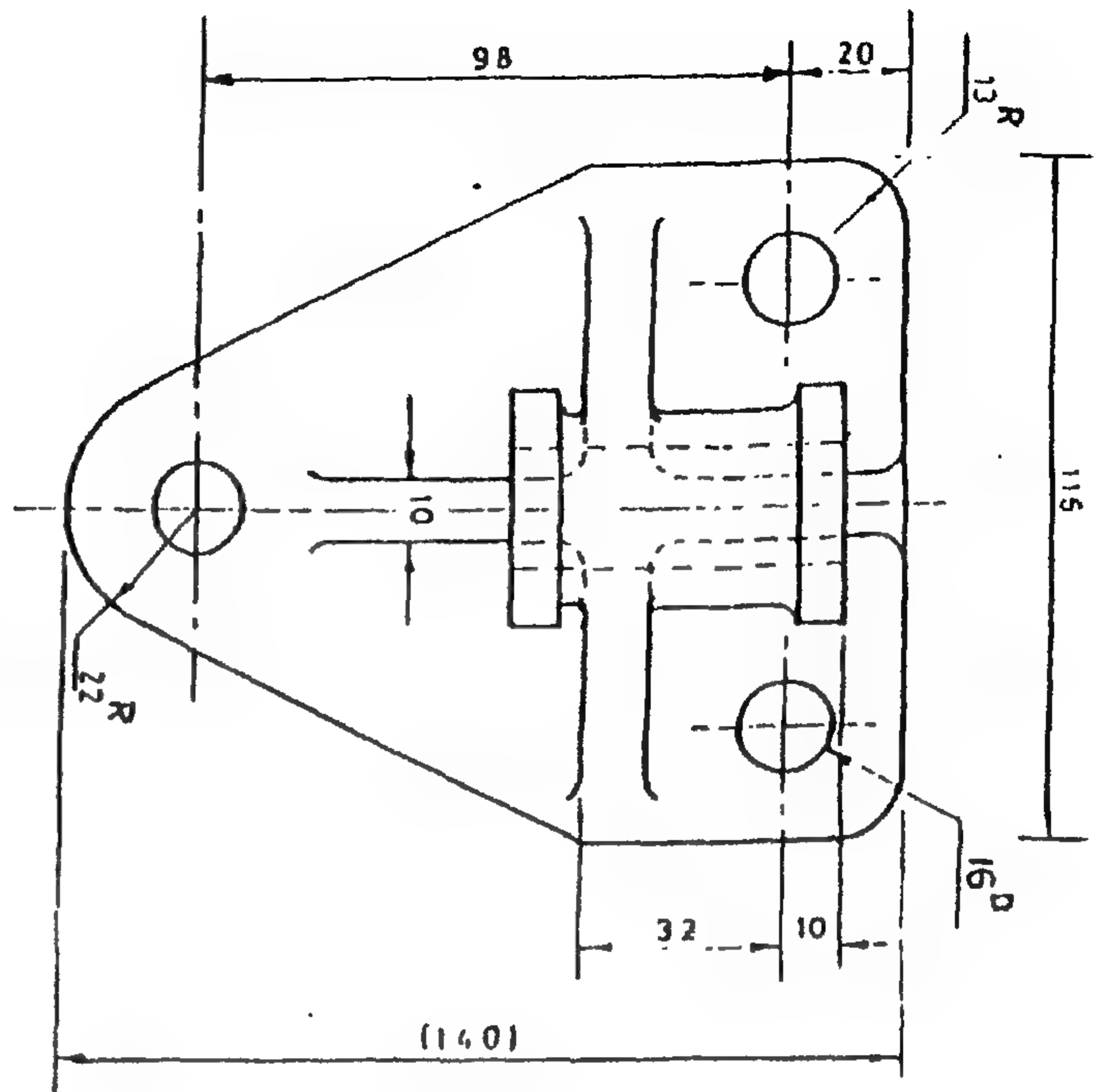


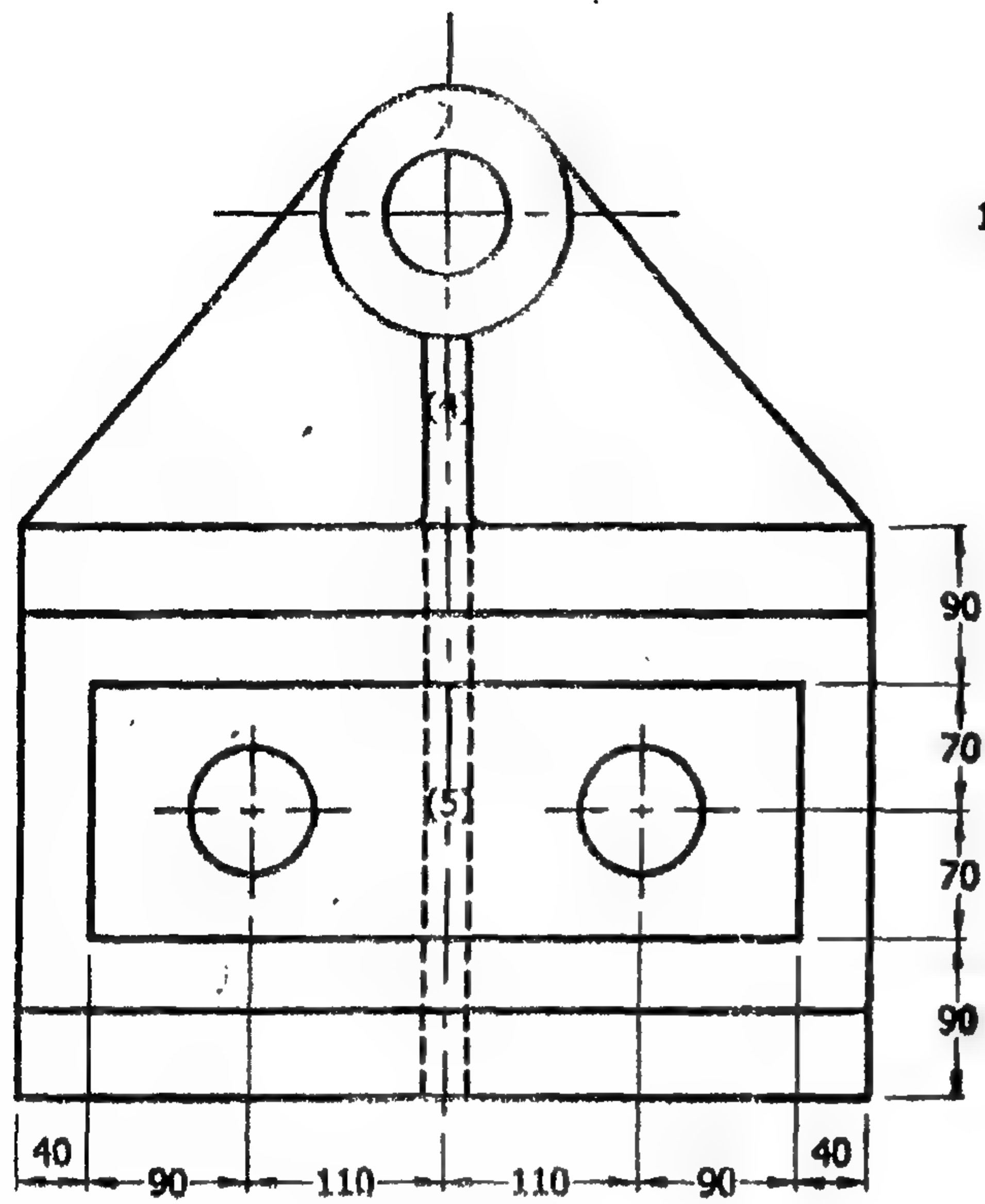


28

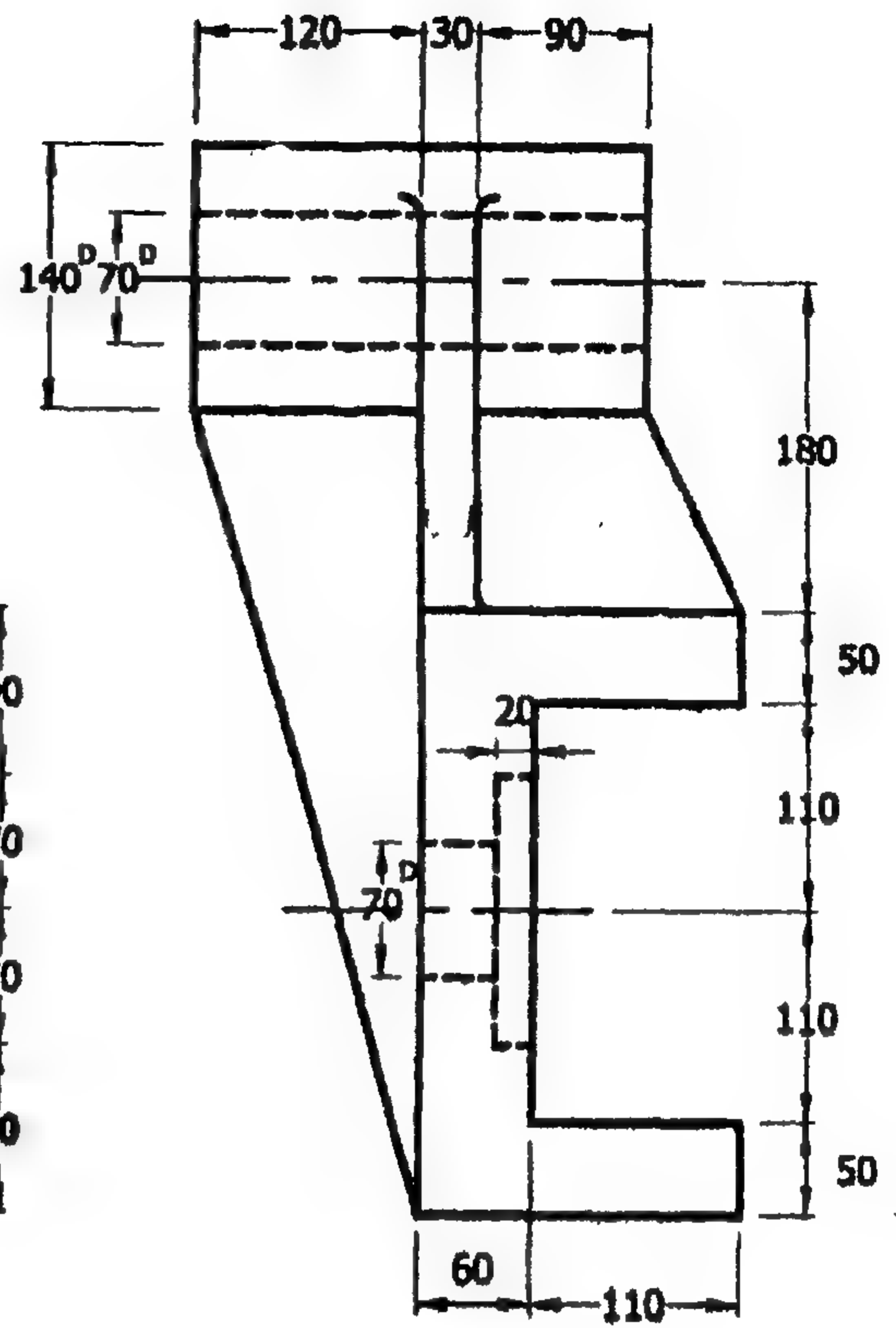
DIMS IN. C.M.S.



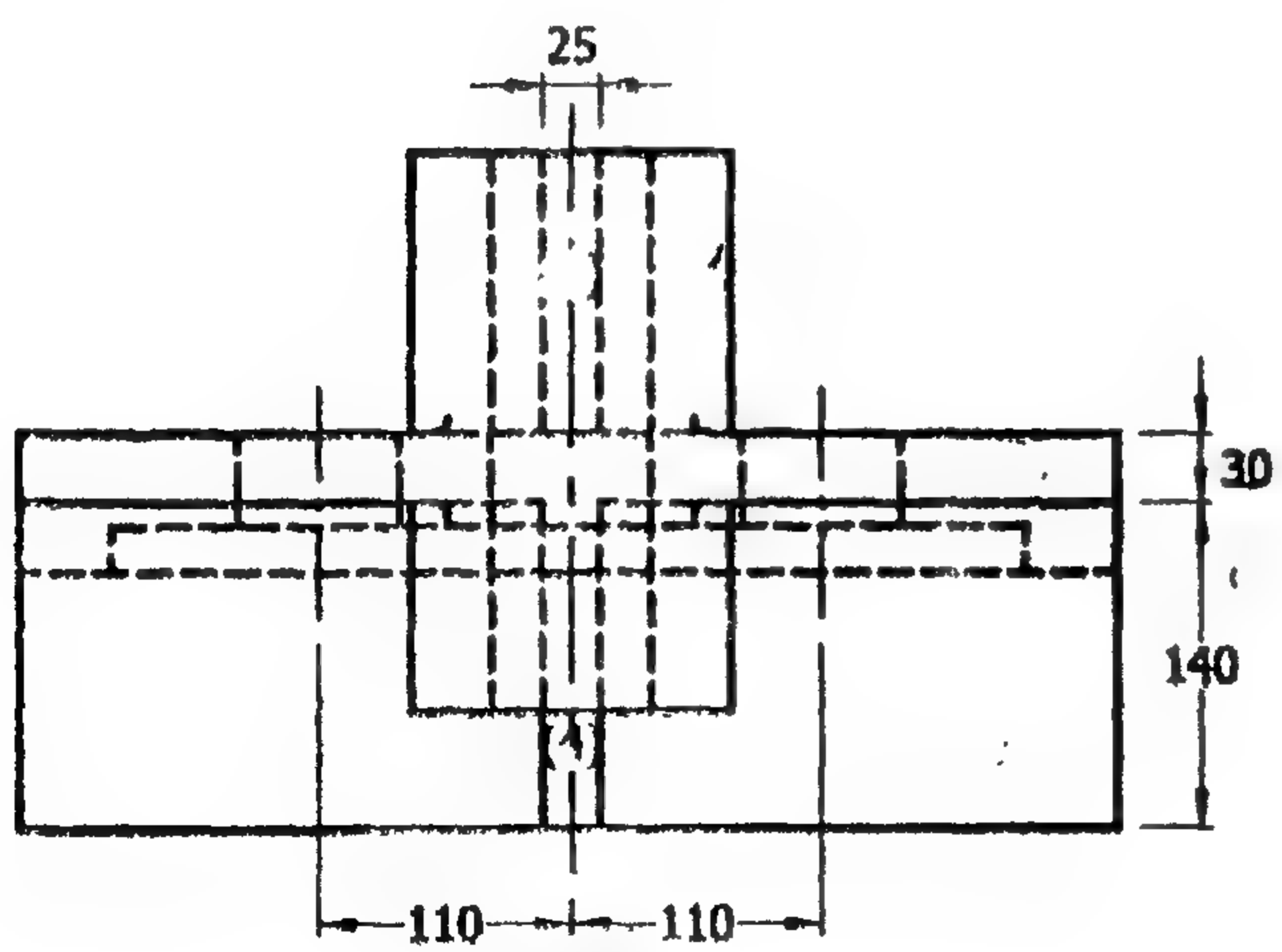




ELEVATION

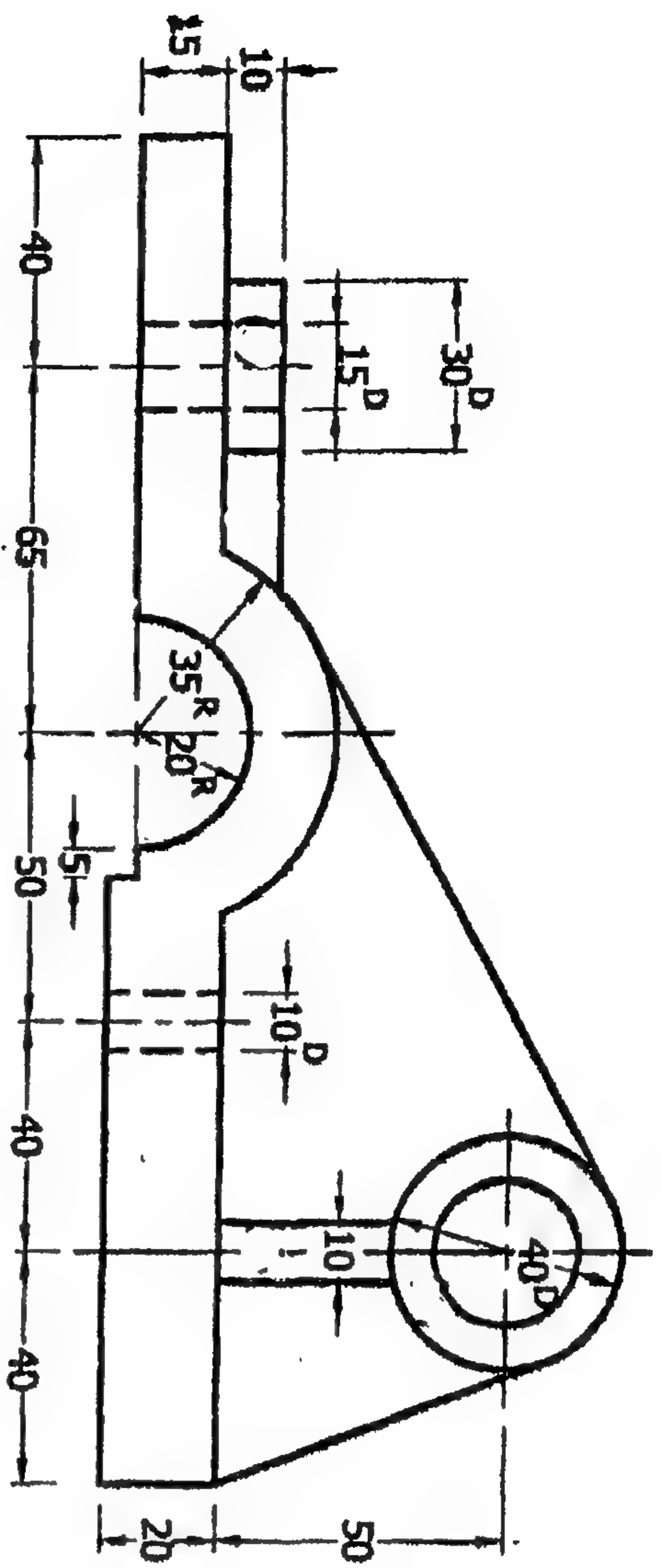


SIDE VIEW

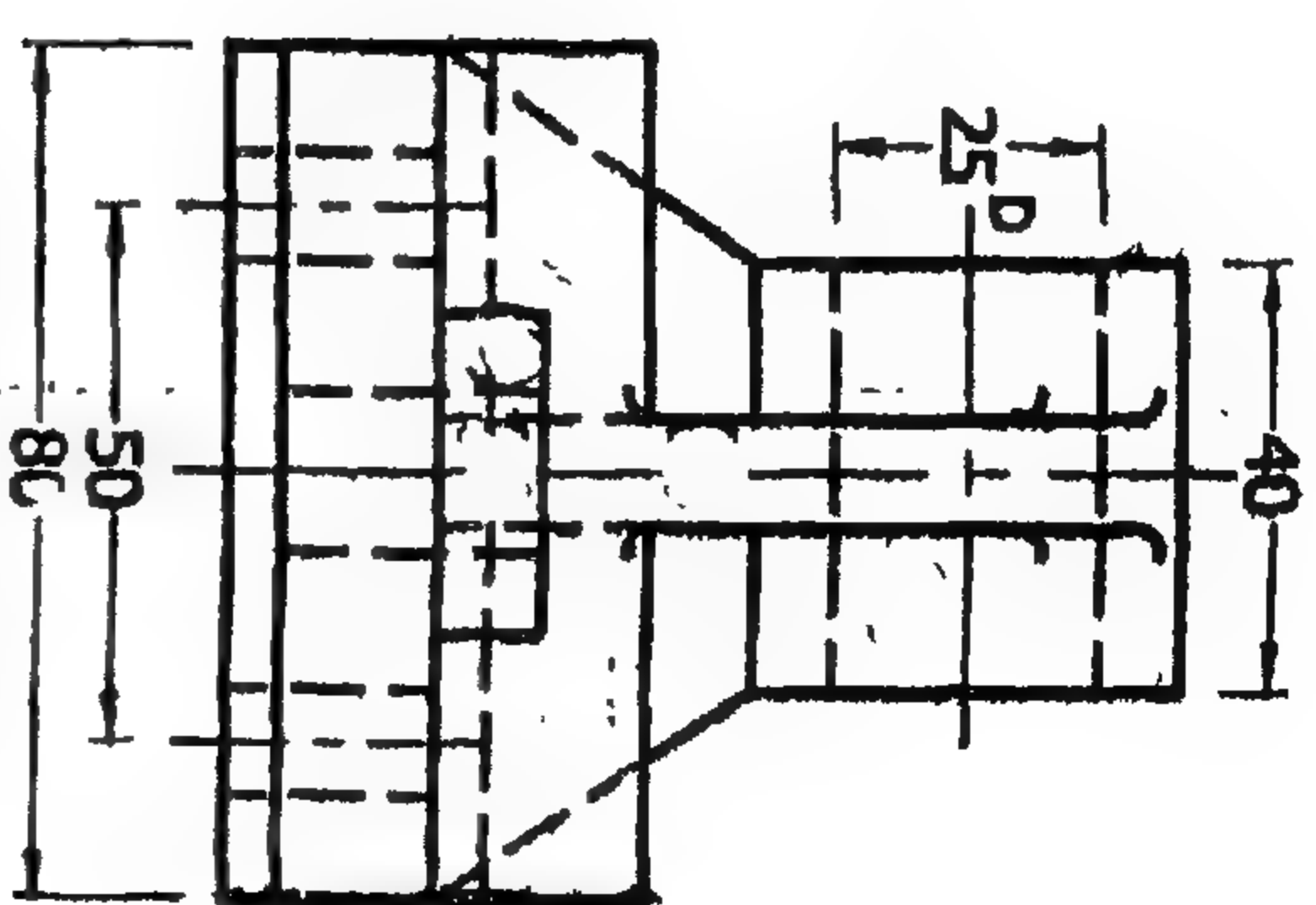


PLAN

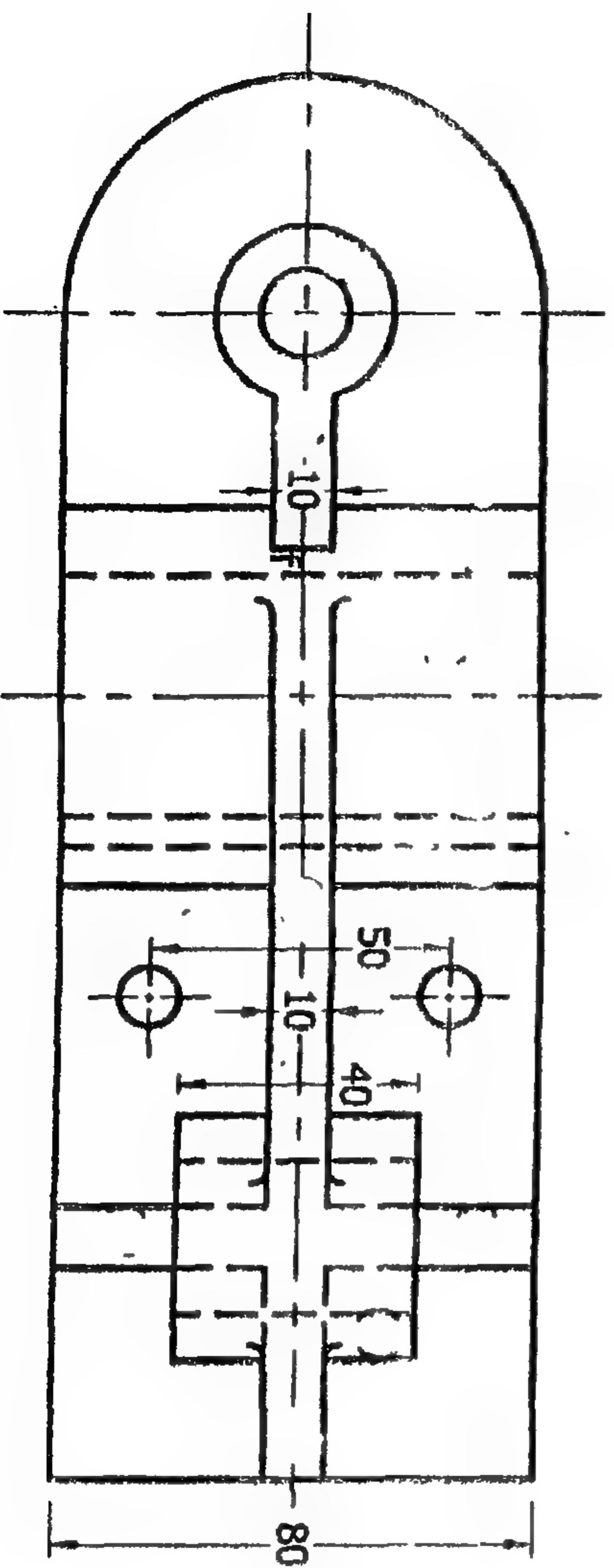
30



ELEVATION

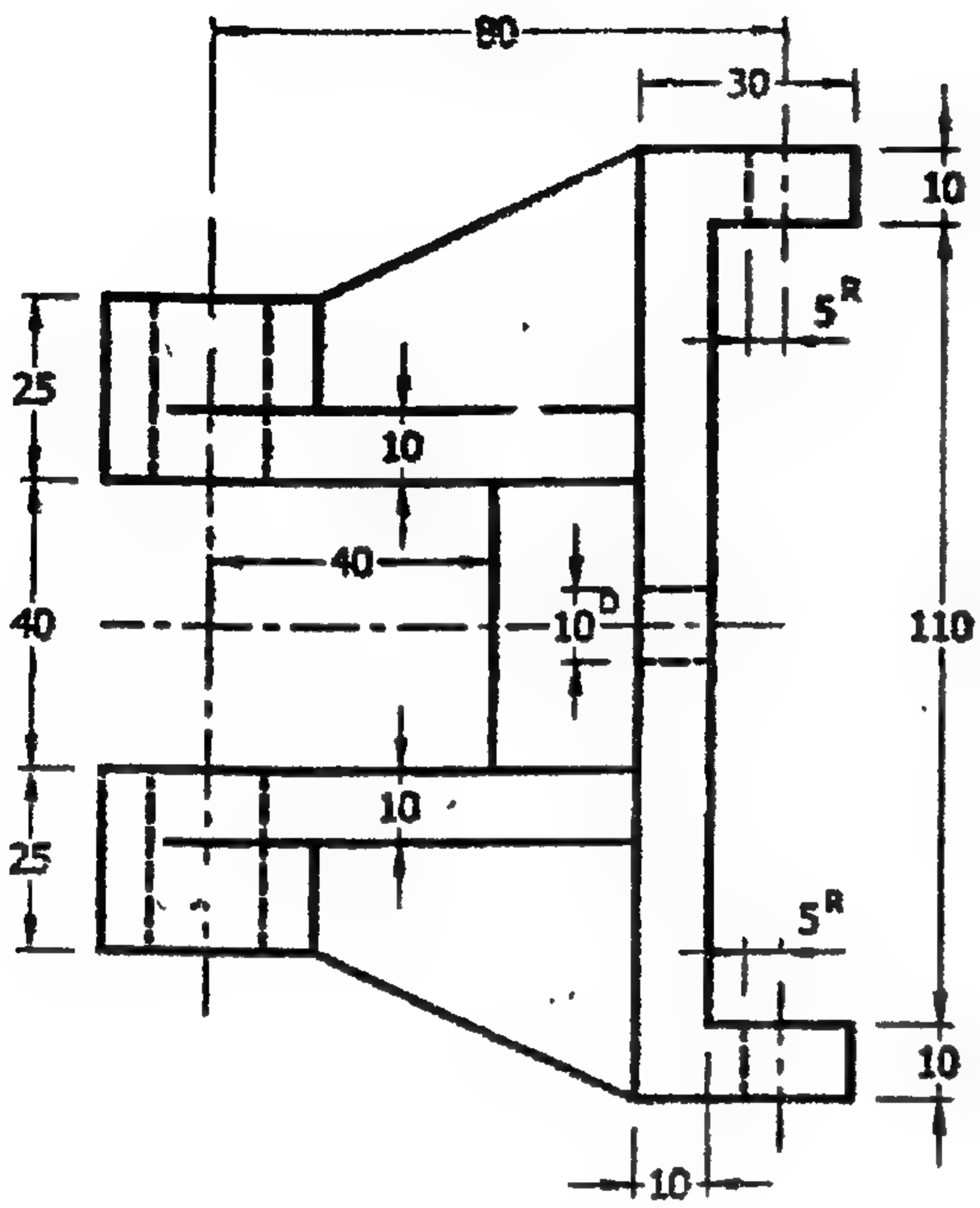


SIDE VIEW

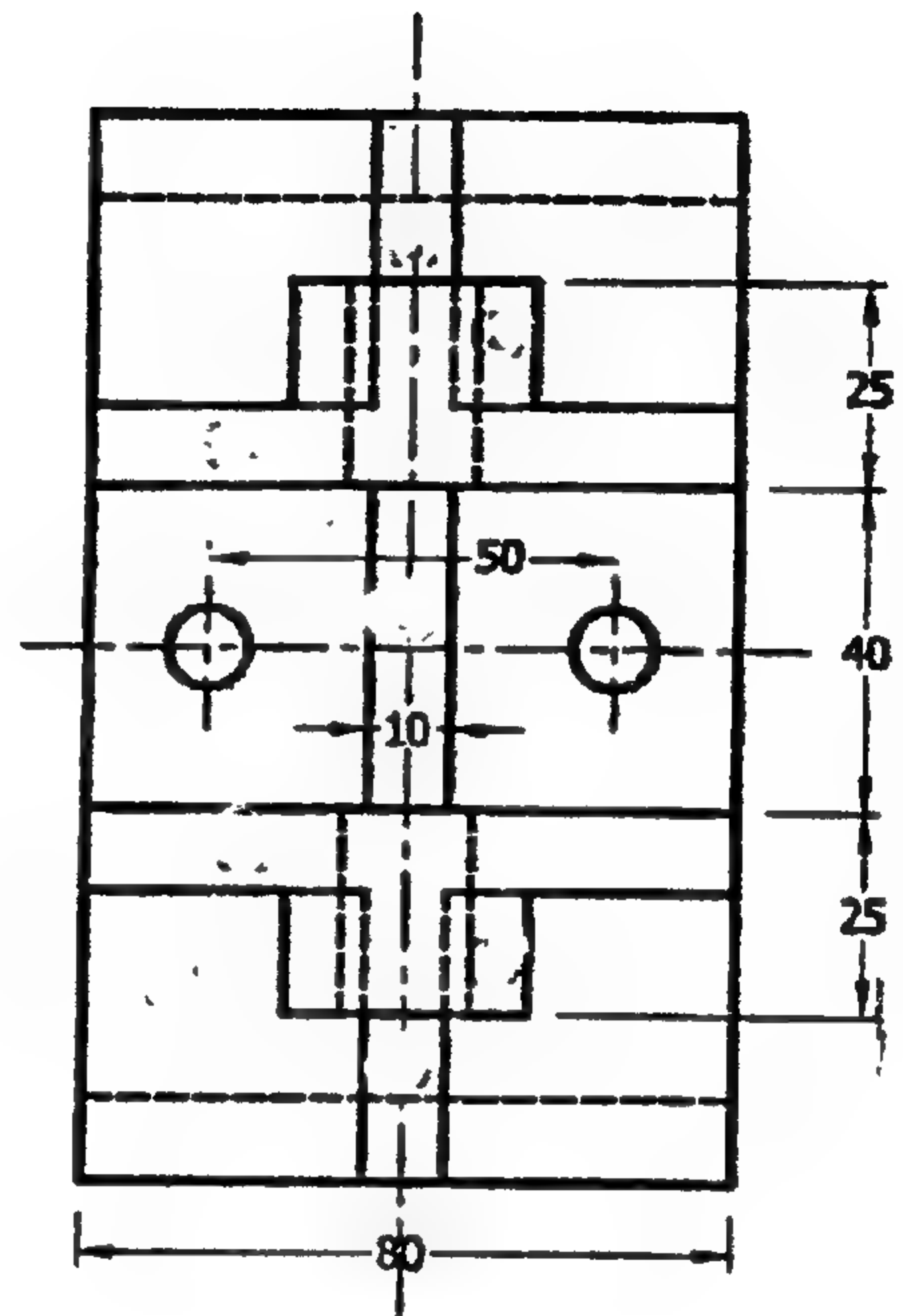


PLAN

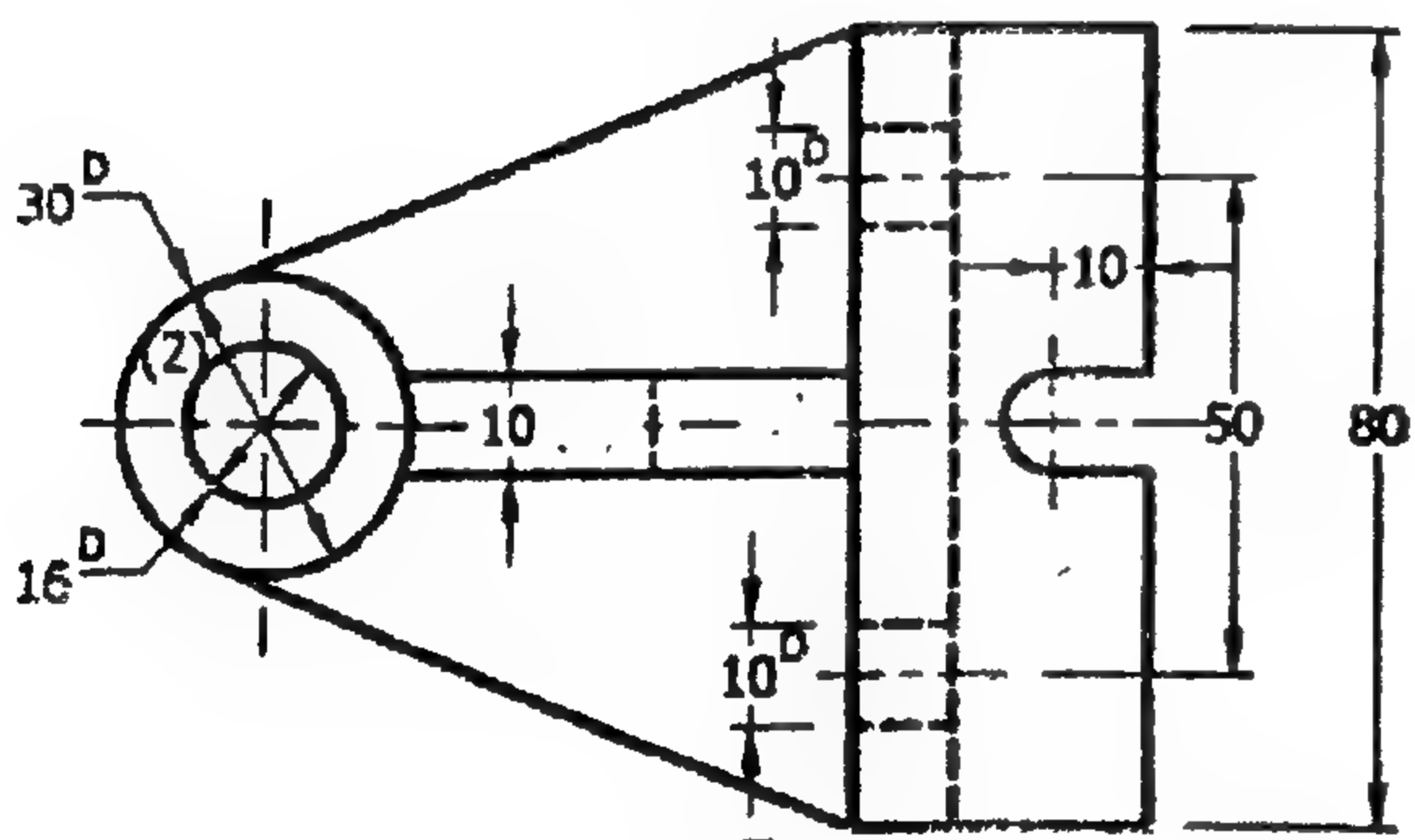
31



ELEVATION

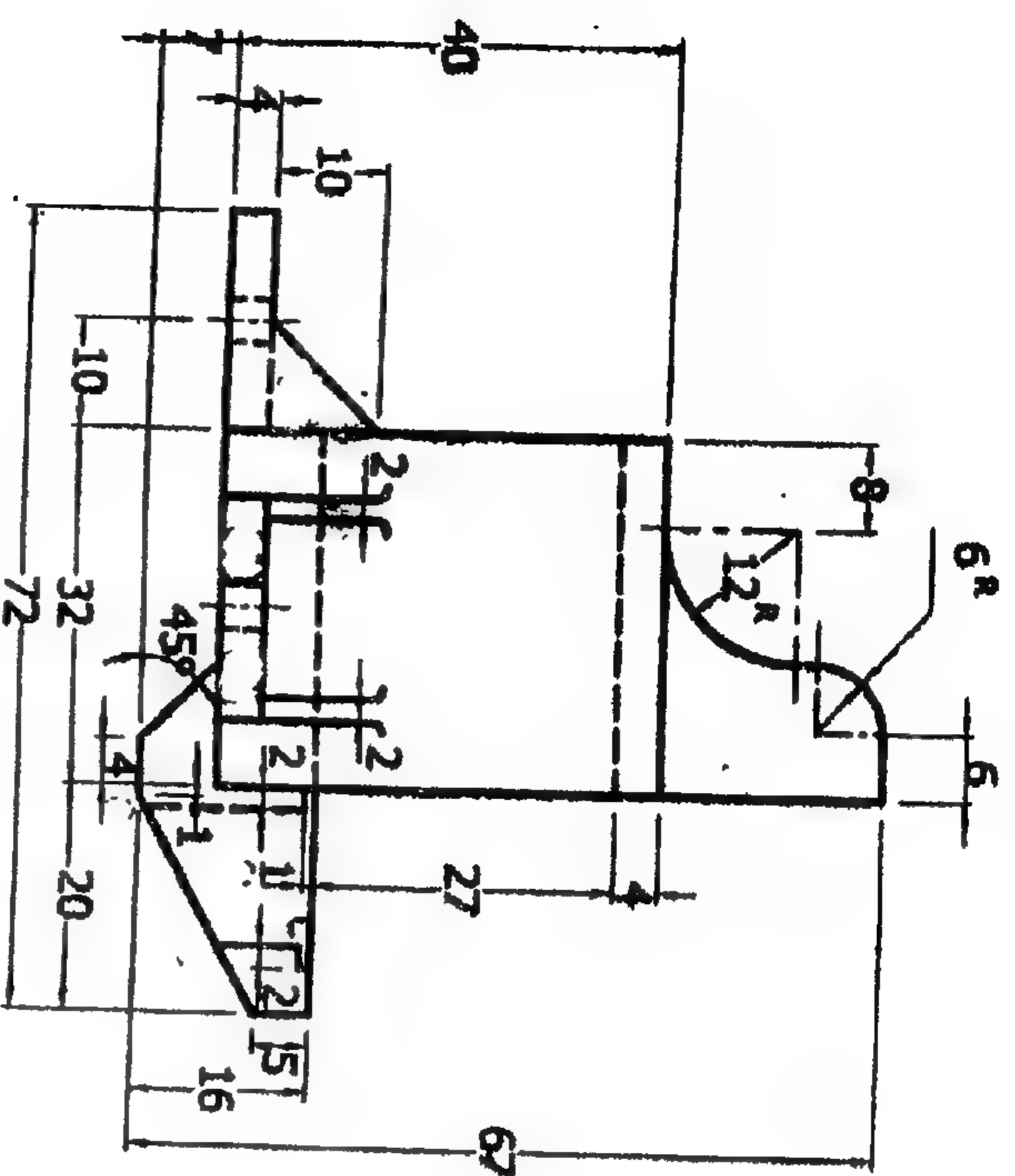


SIDE VIEW

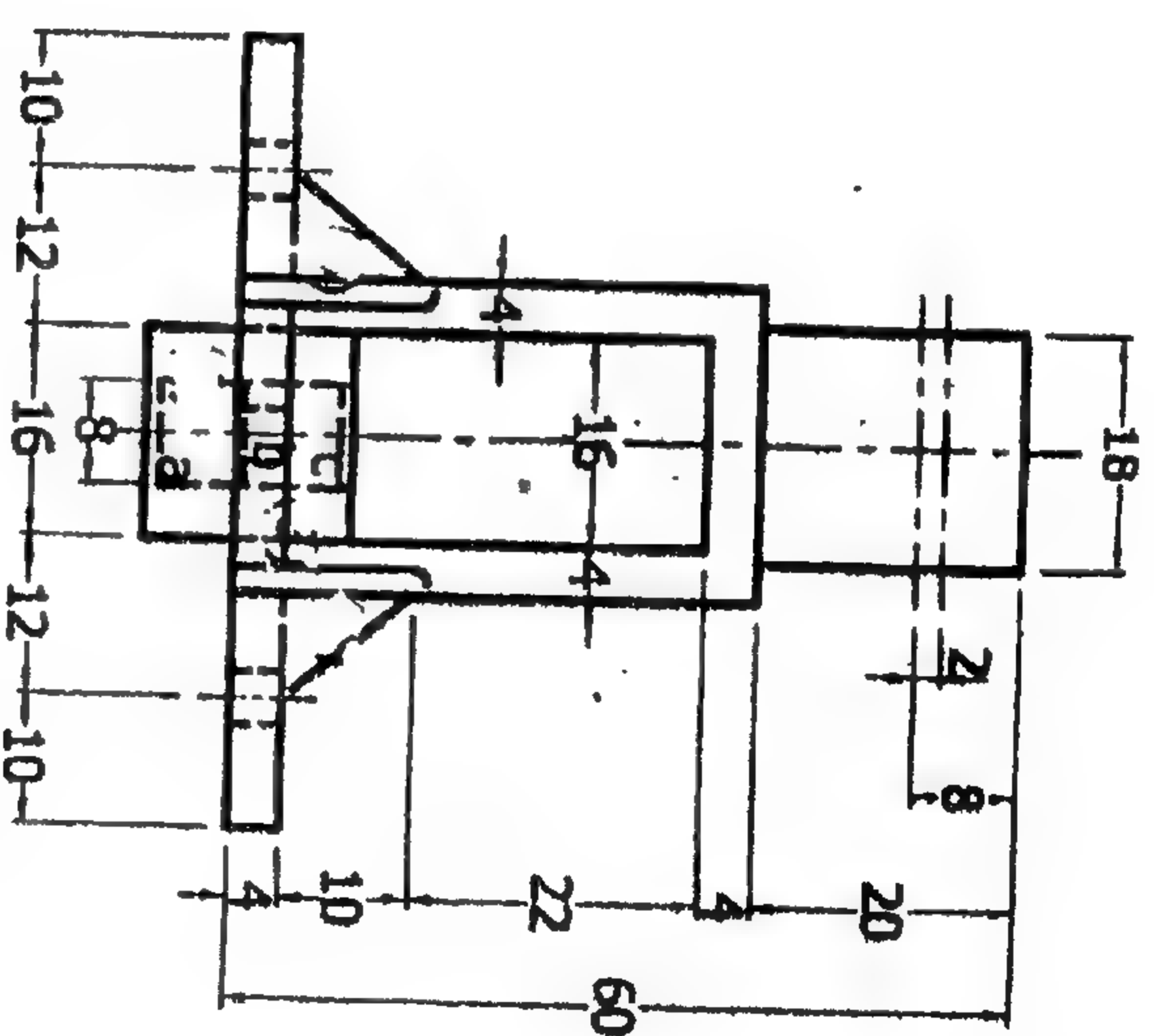


PLAN

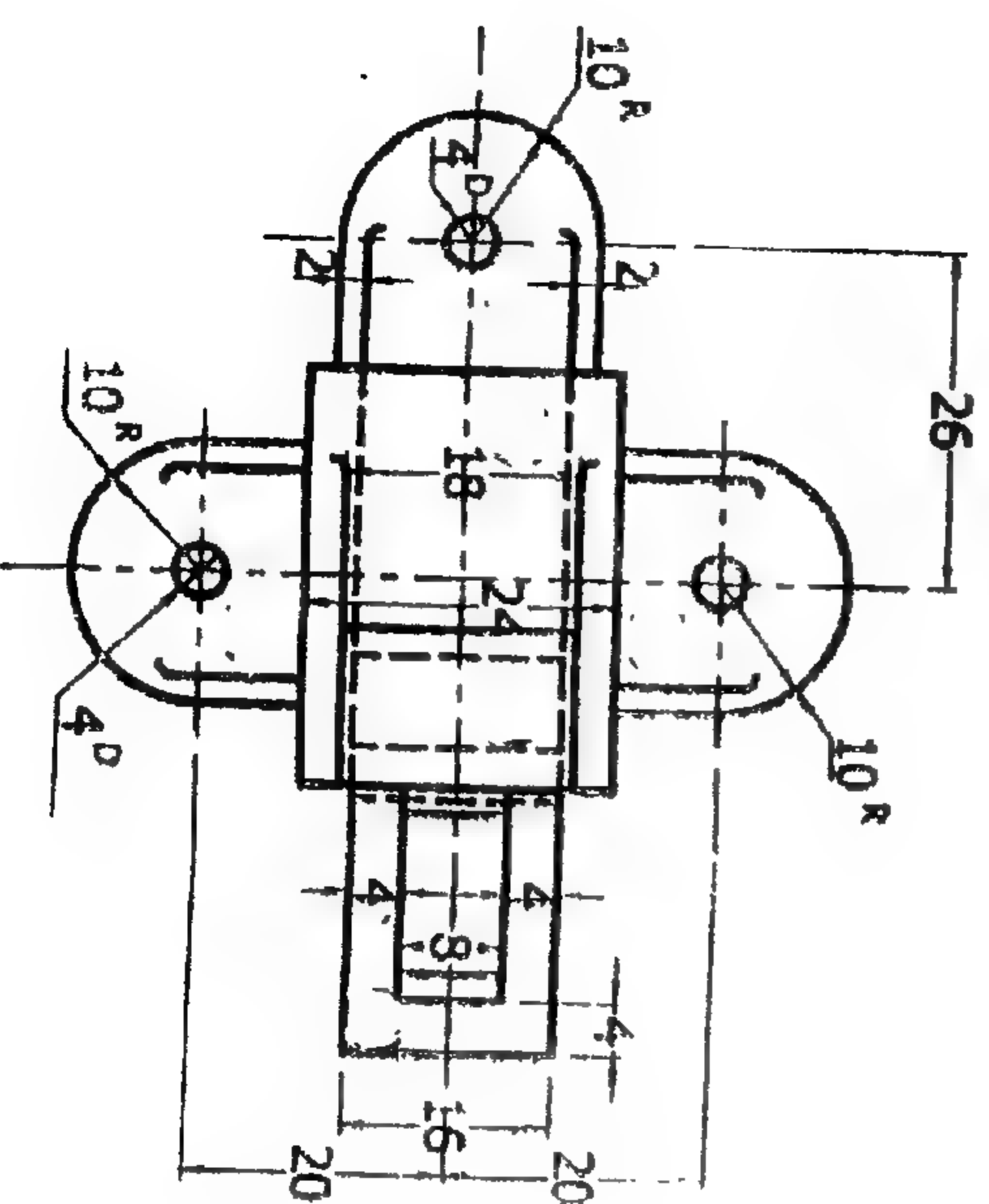
32



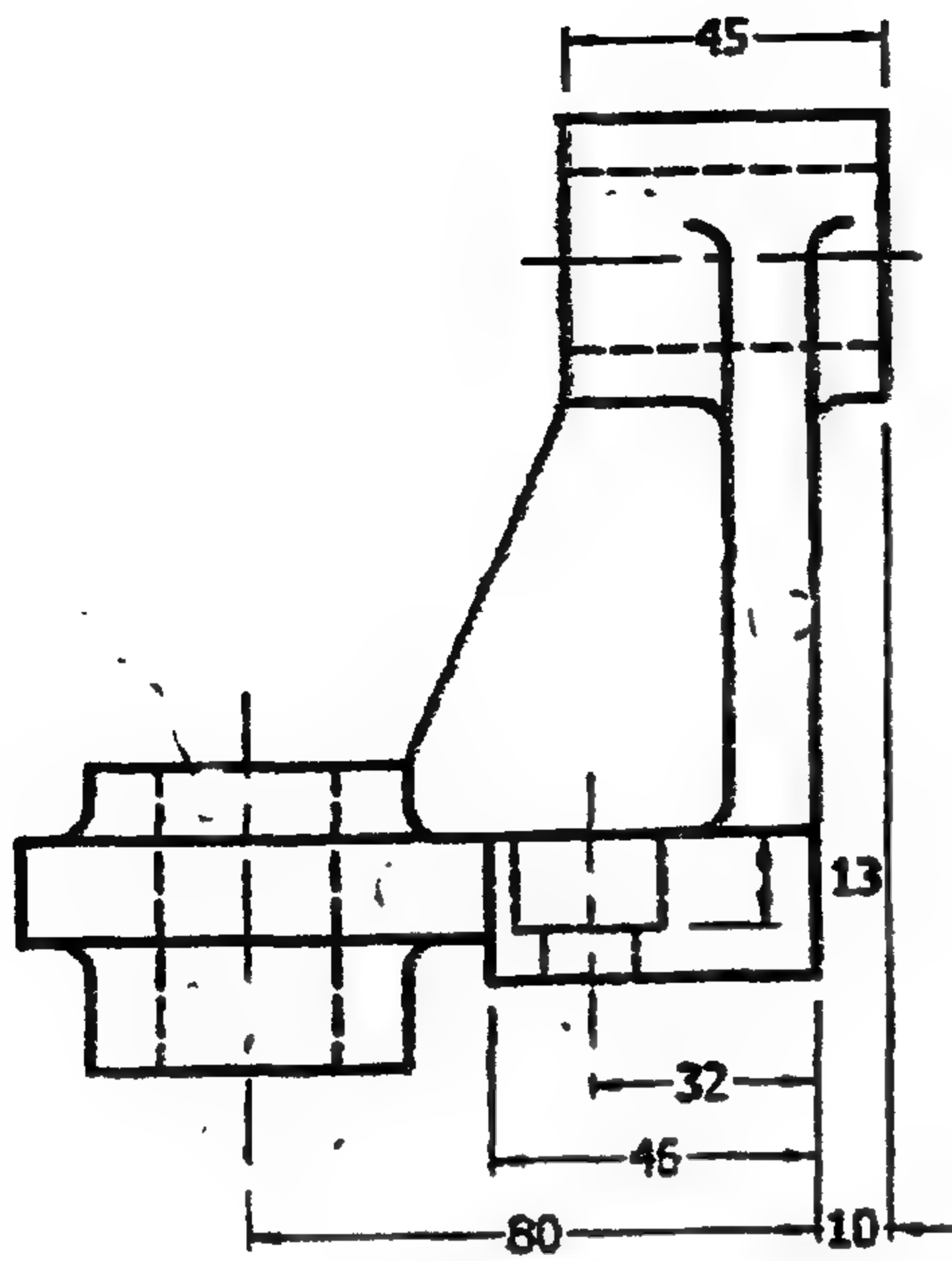
ELEVATION



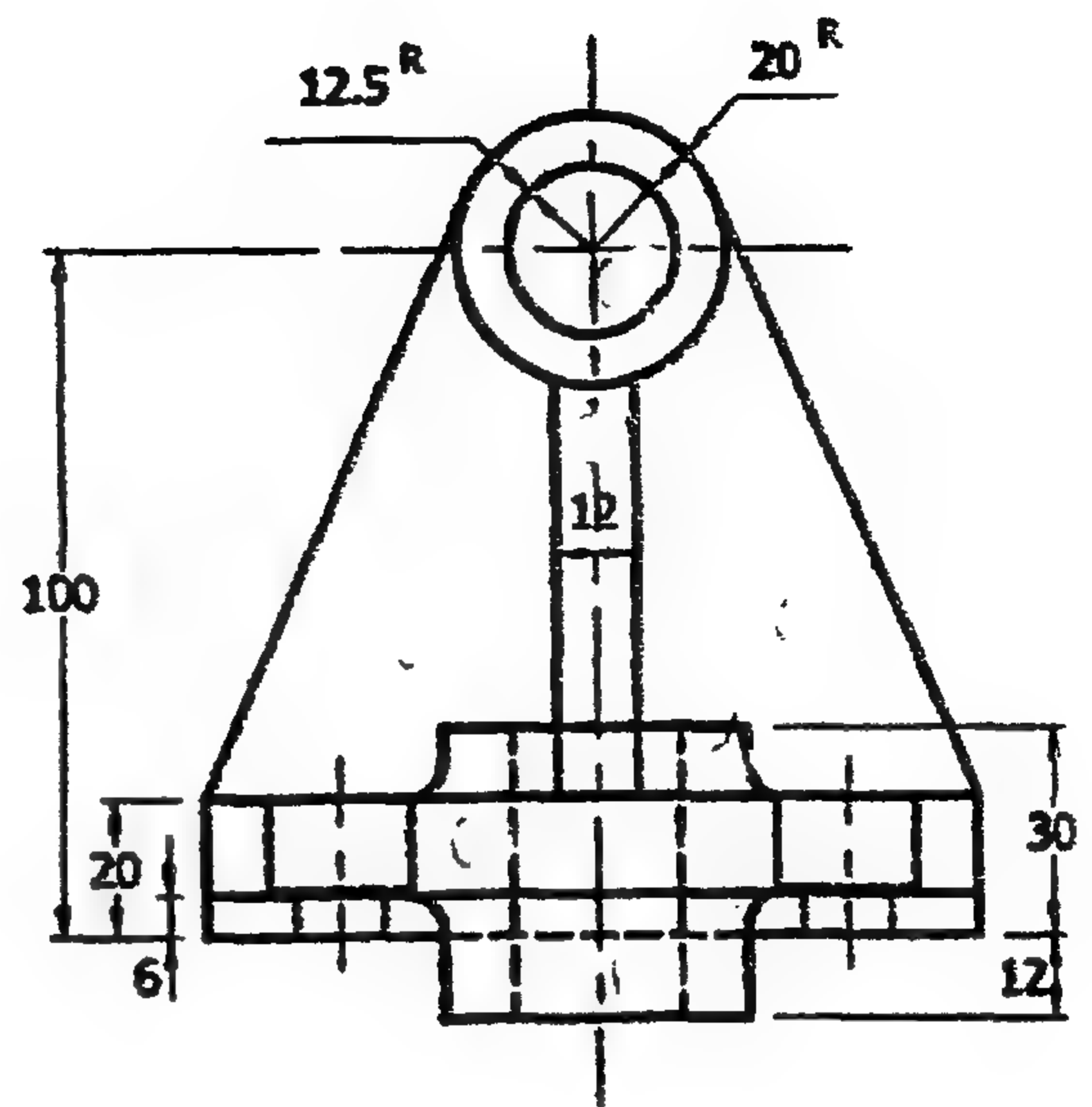
SIDE VIEW



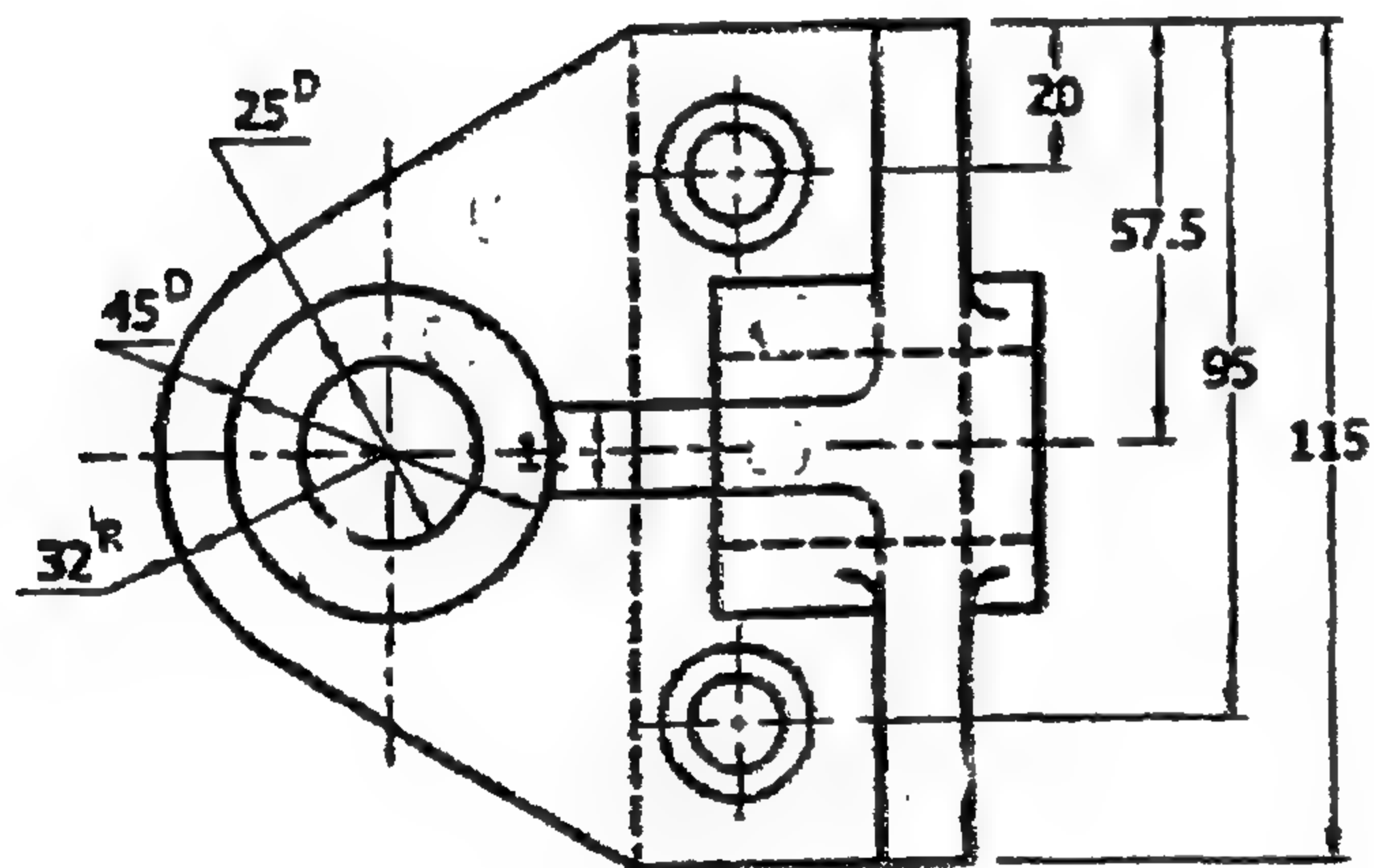
PLAN



ELEVATION

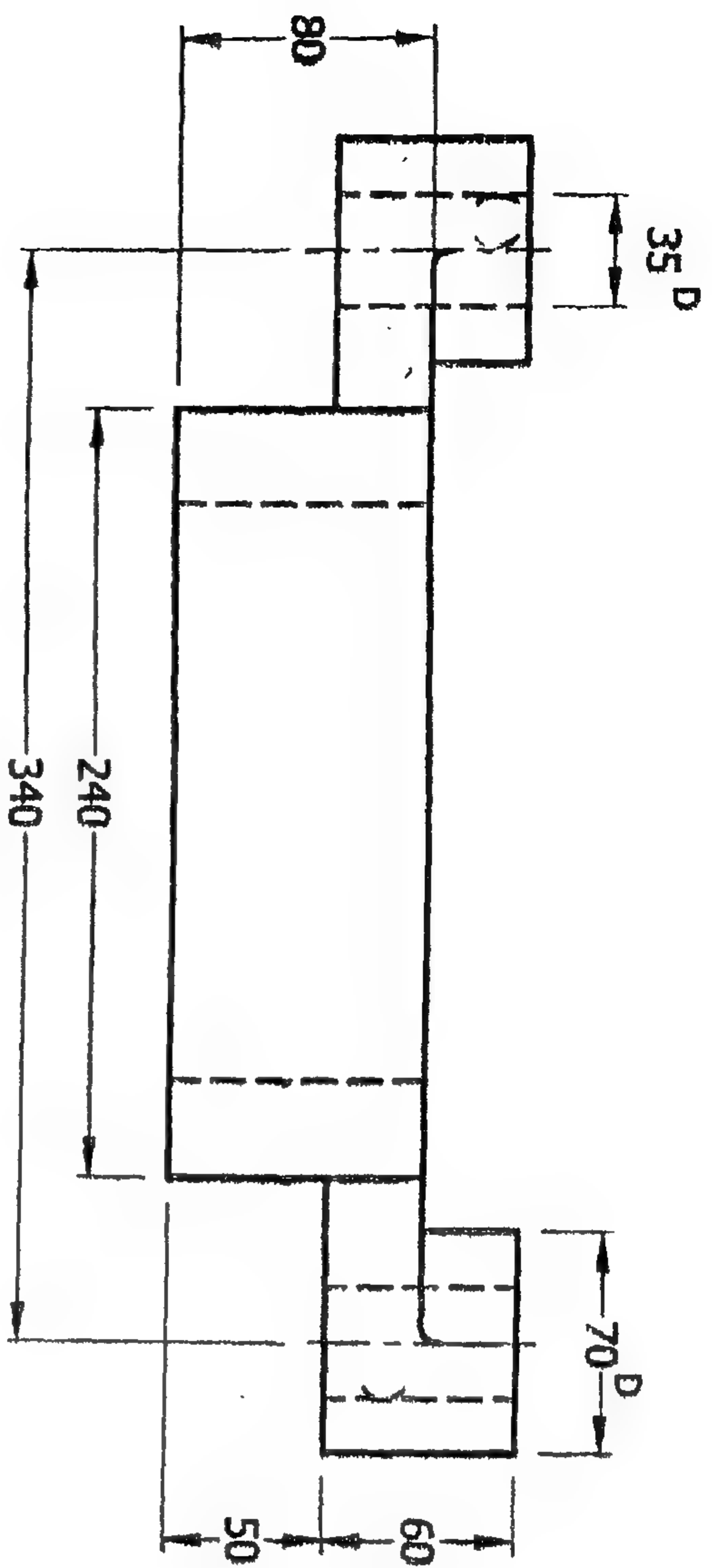


SIDE VIEW

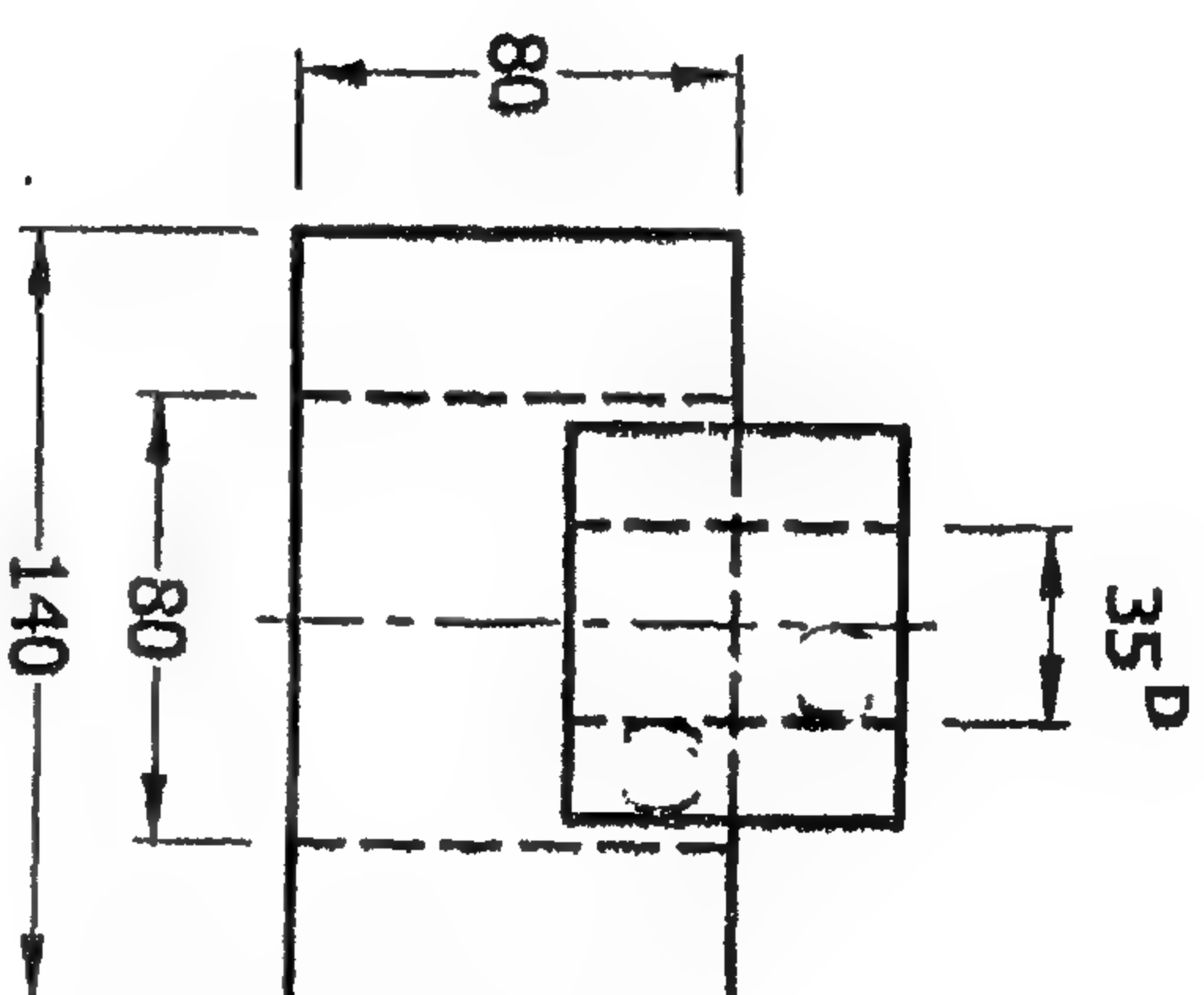


PLAN

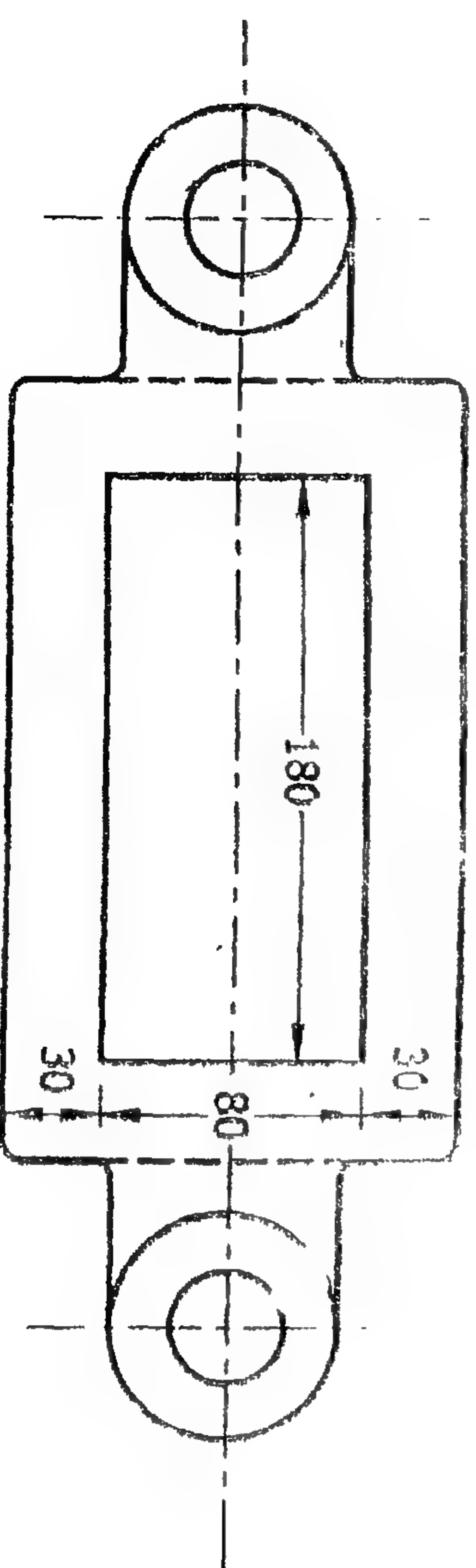
34



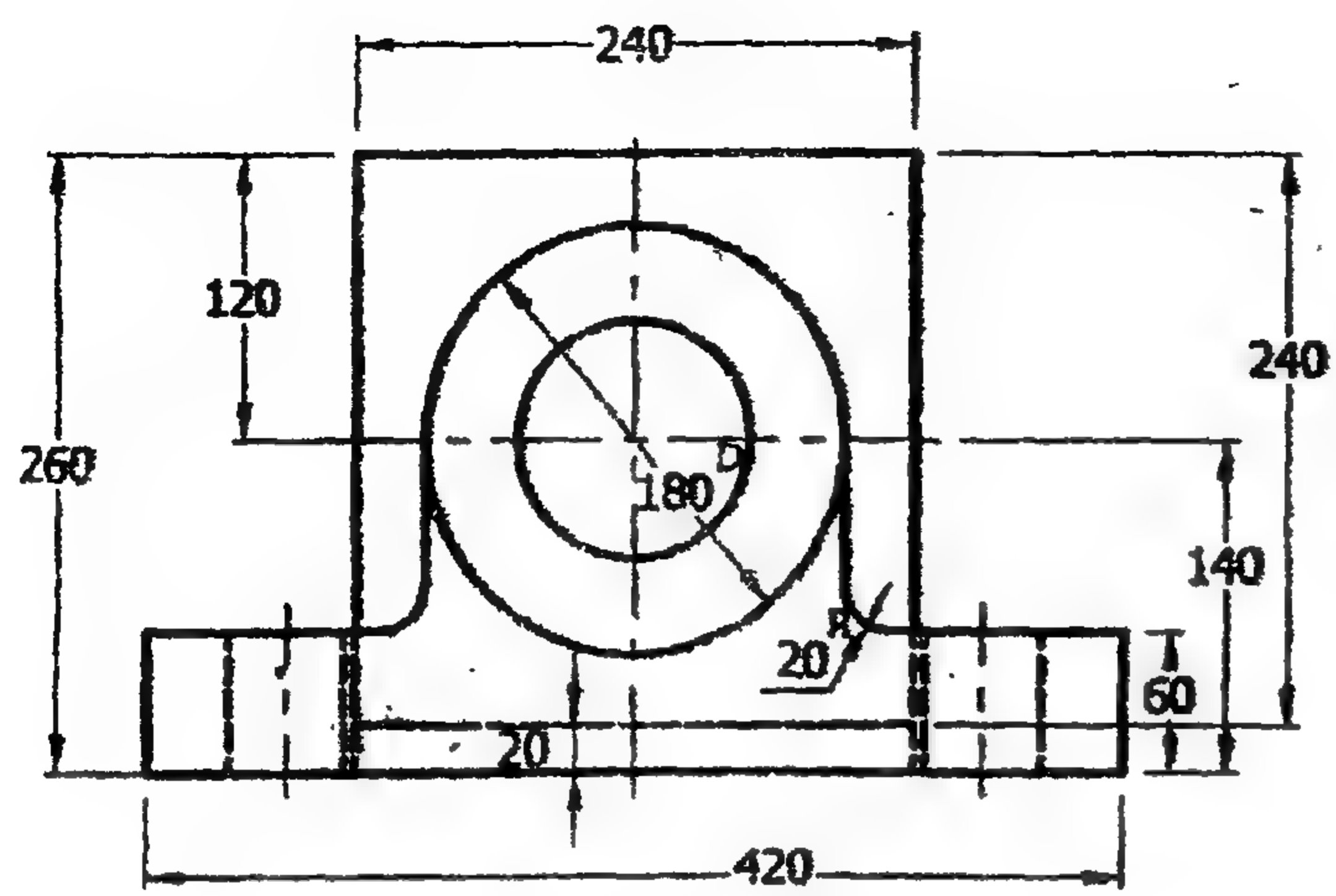
ELEVATION



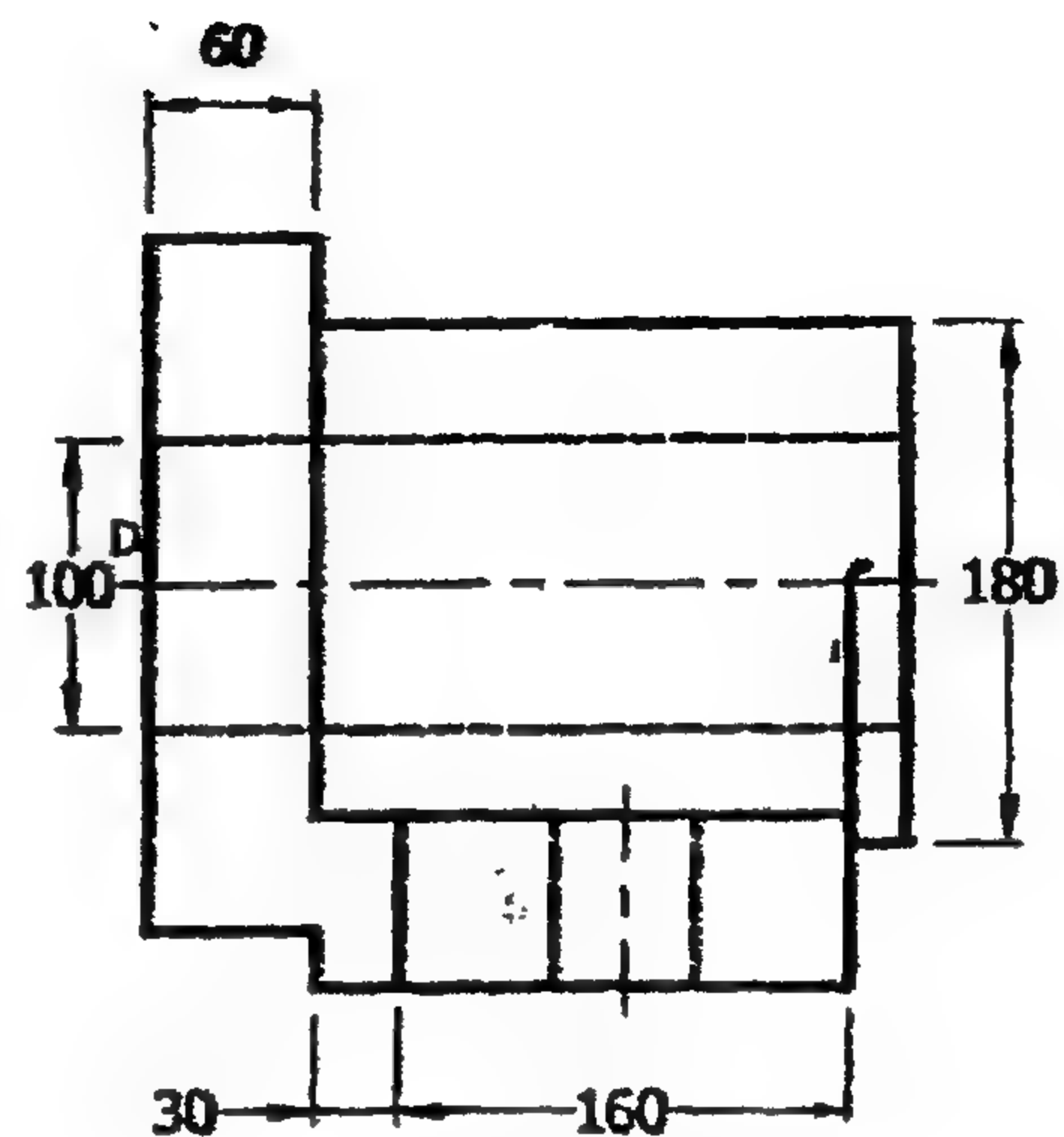
SIDE VIEW



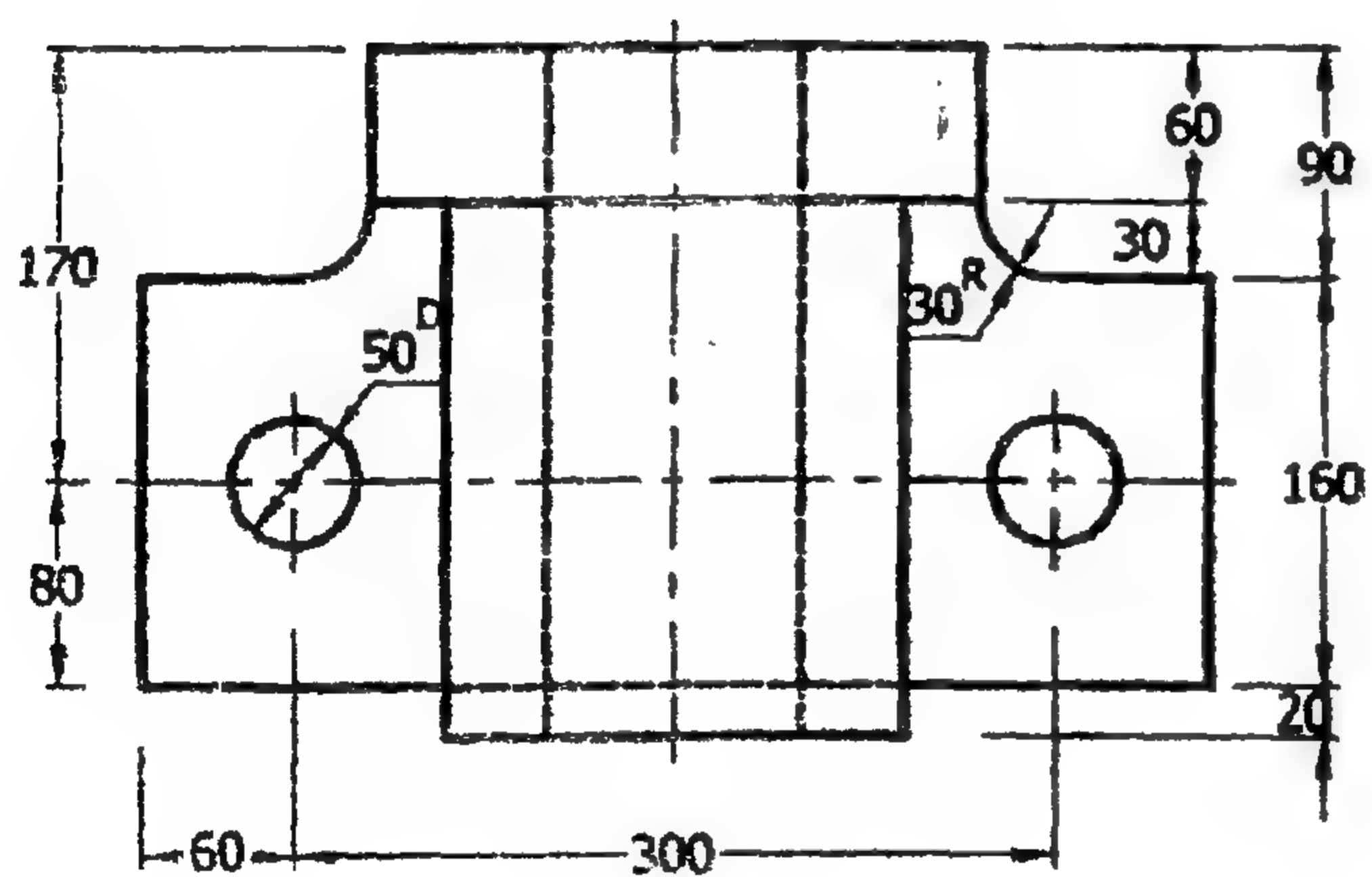
PLAN



ELEVATION

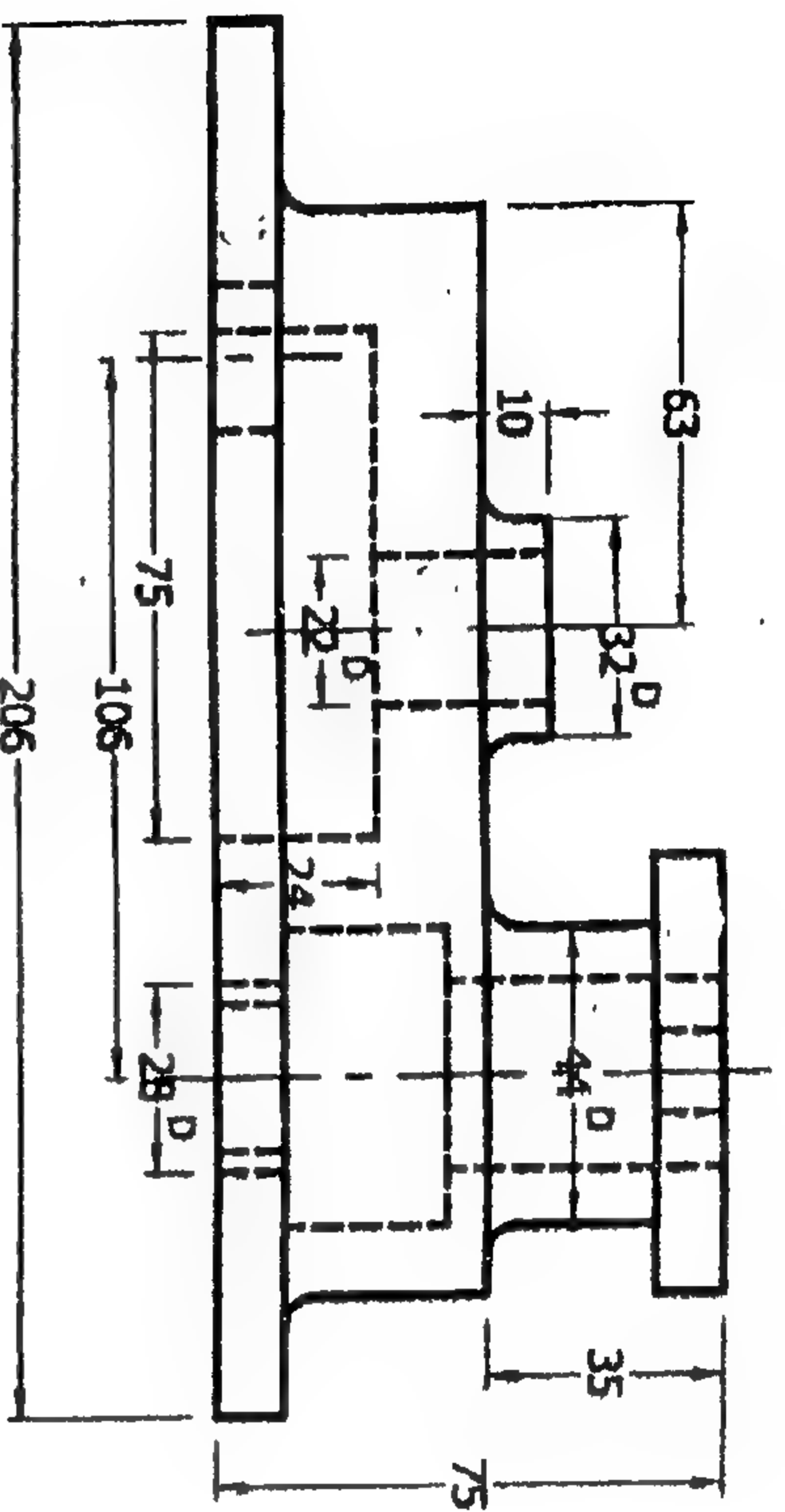


SIDE VIEW

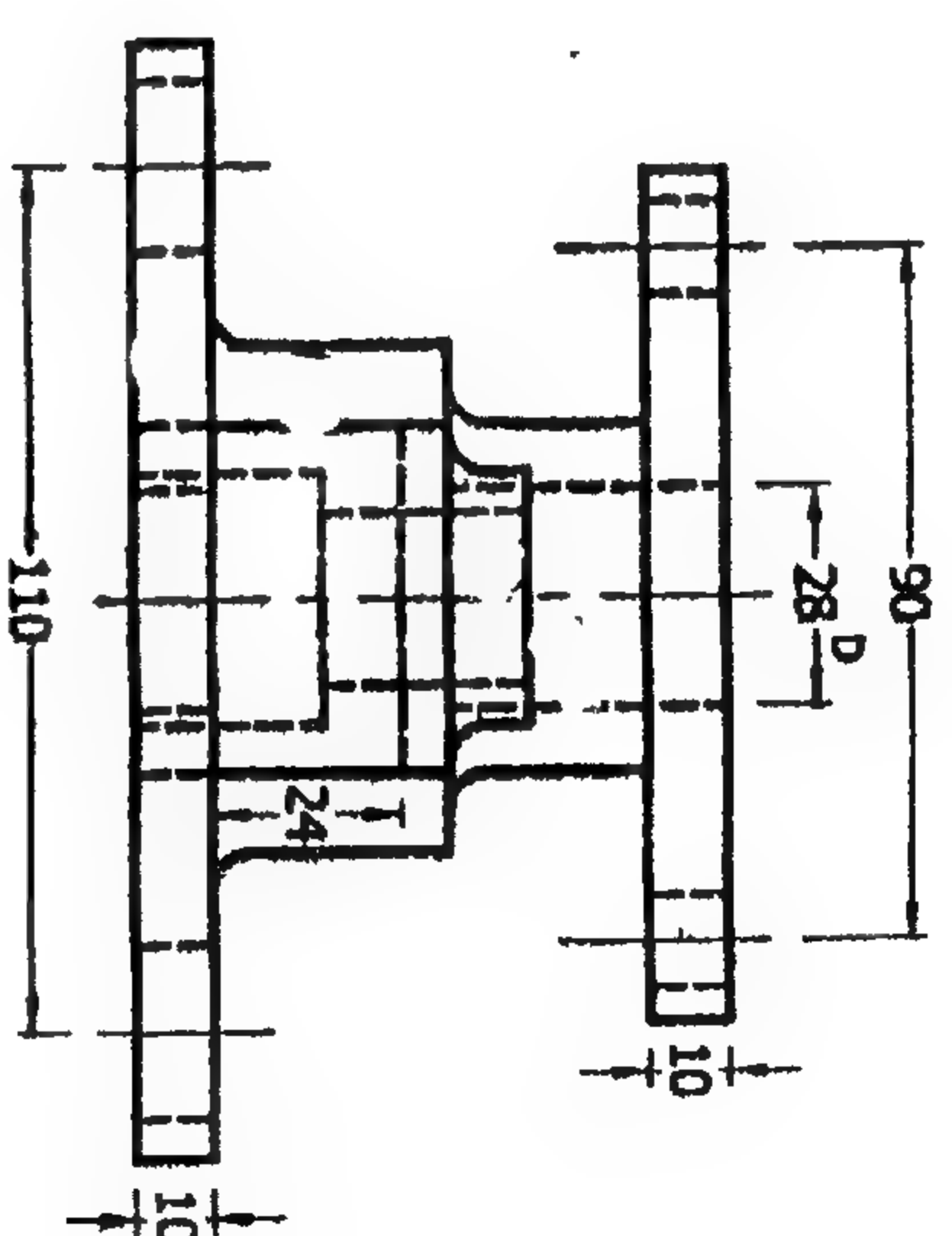


PLAN

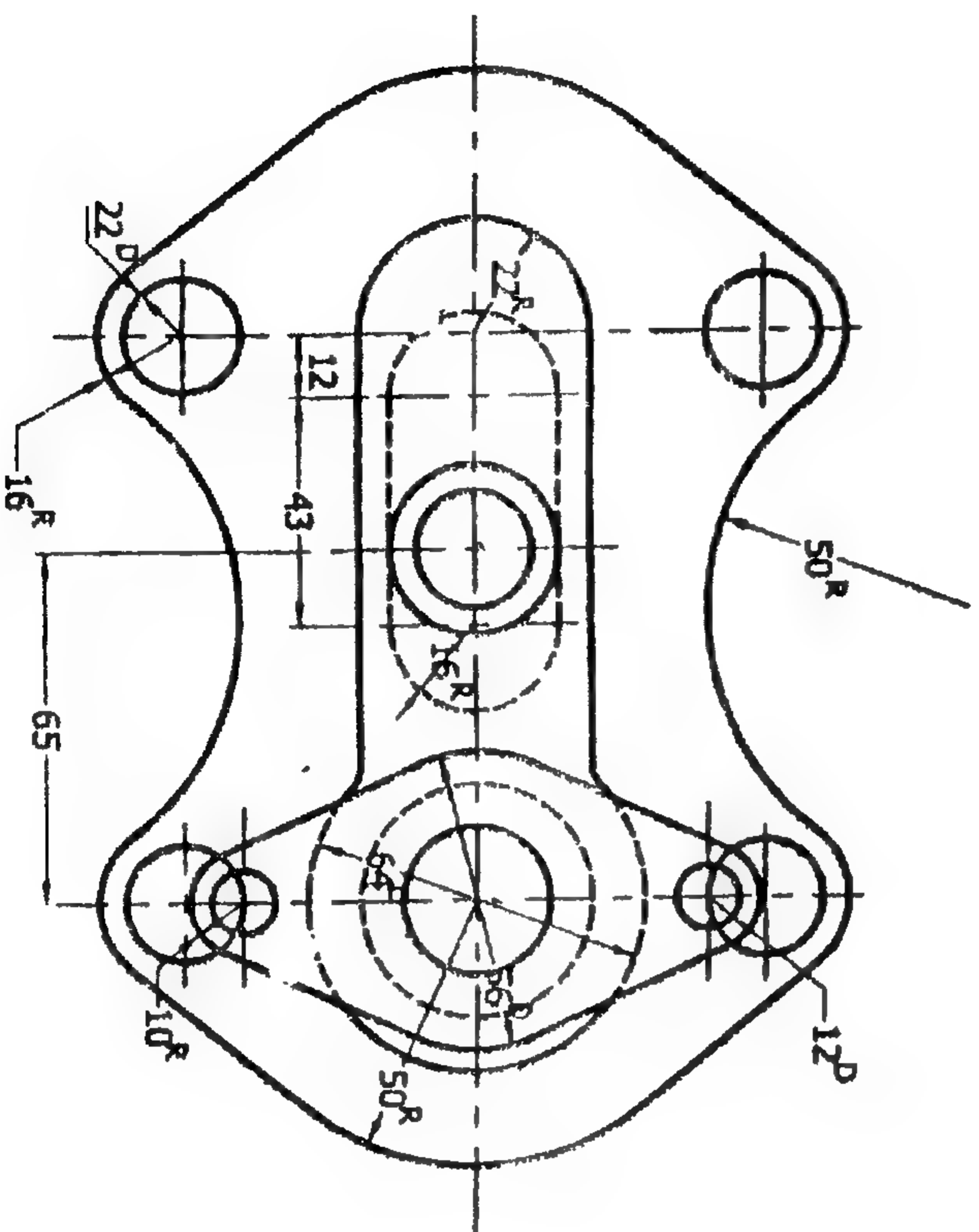
36



ELEVATION

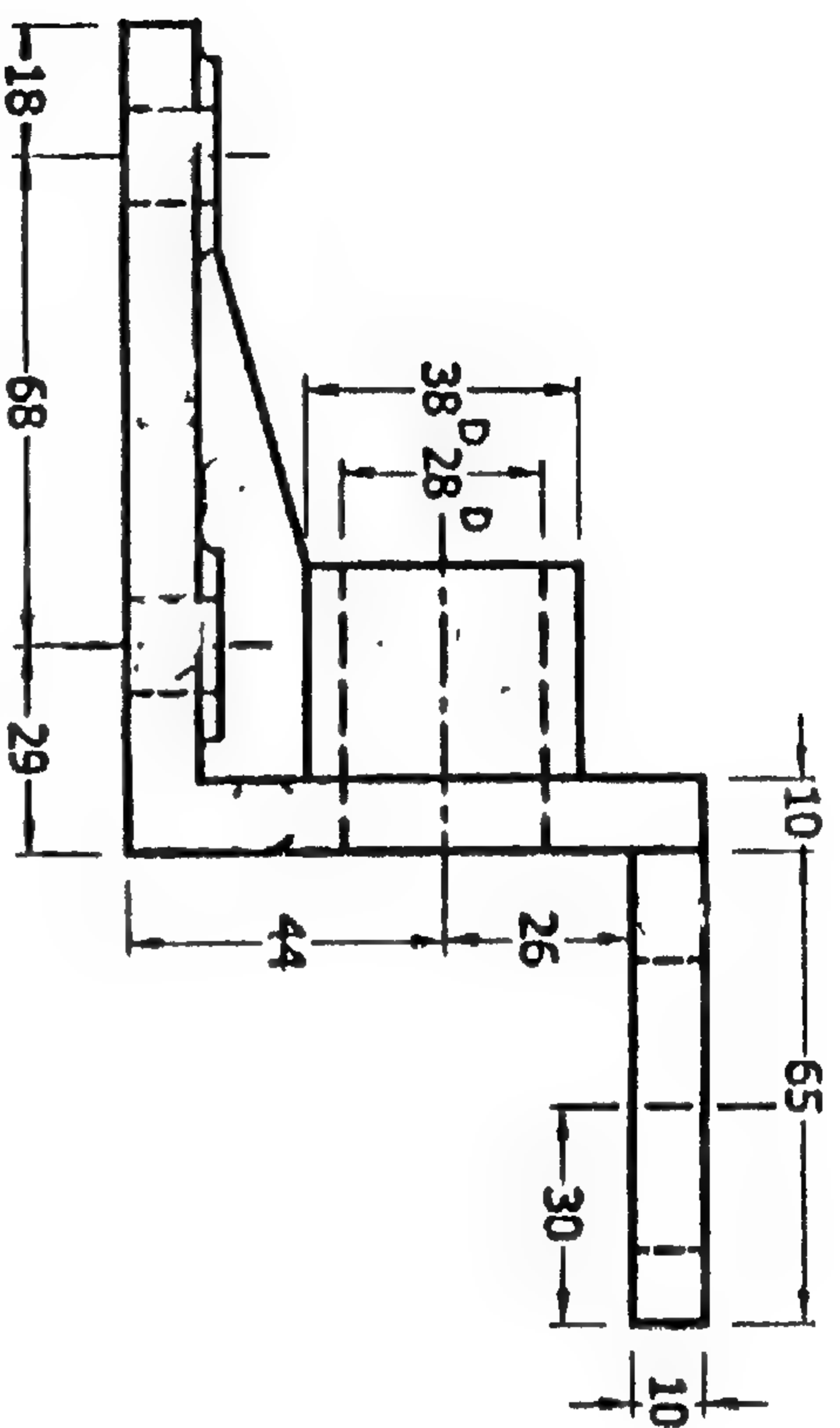


SIDE VIEW

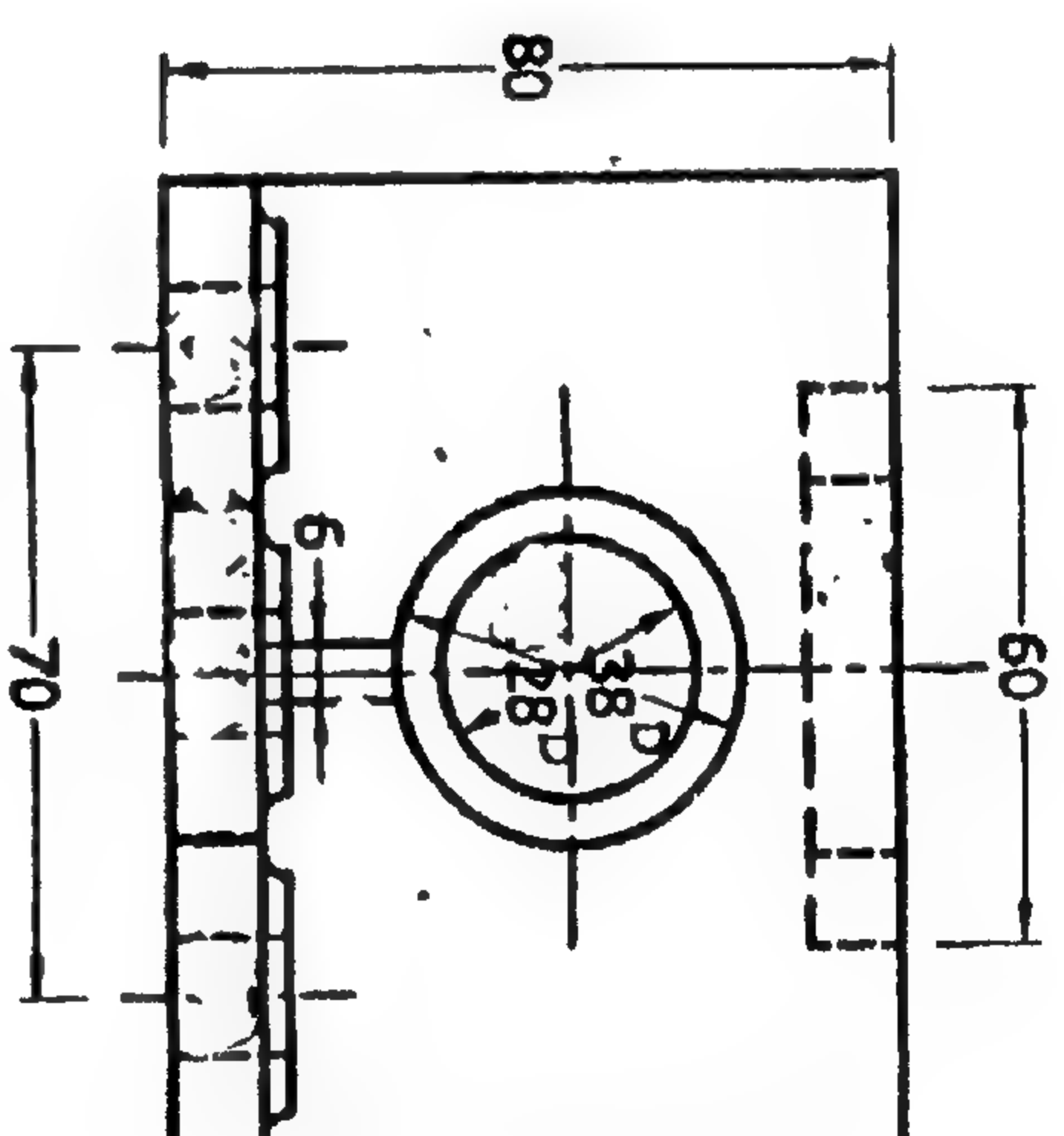


PLAN

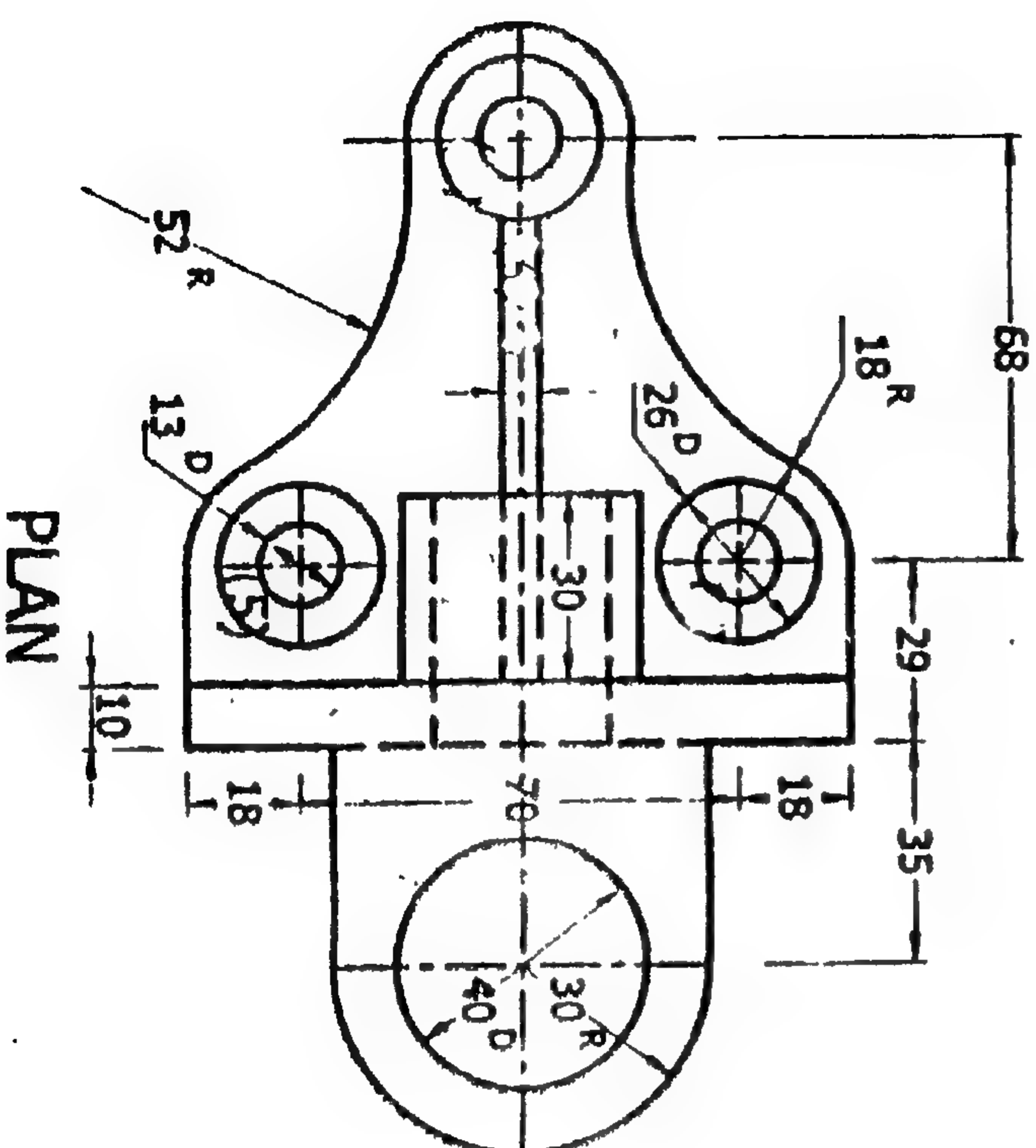
37



ELEVATION

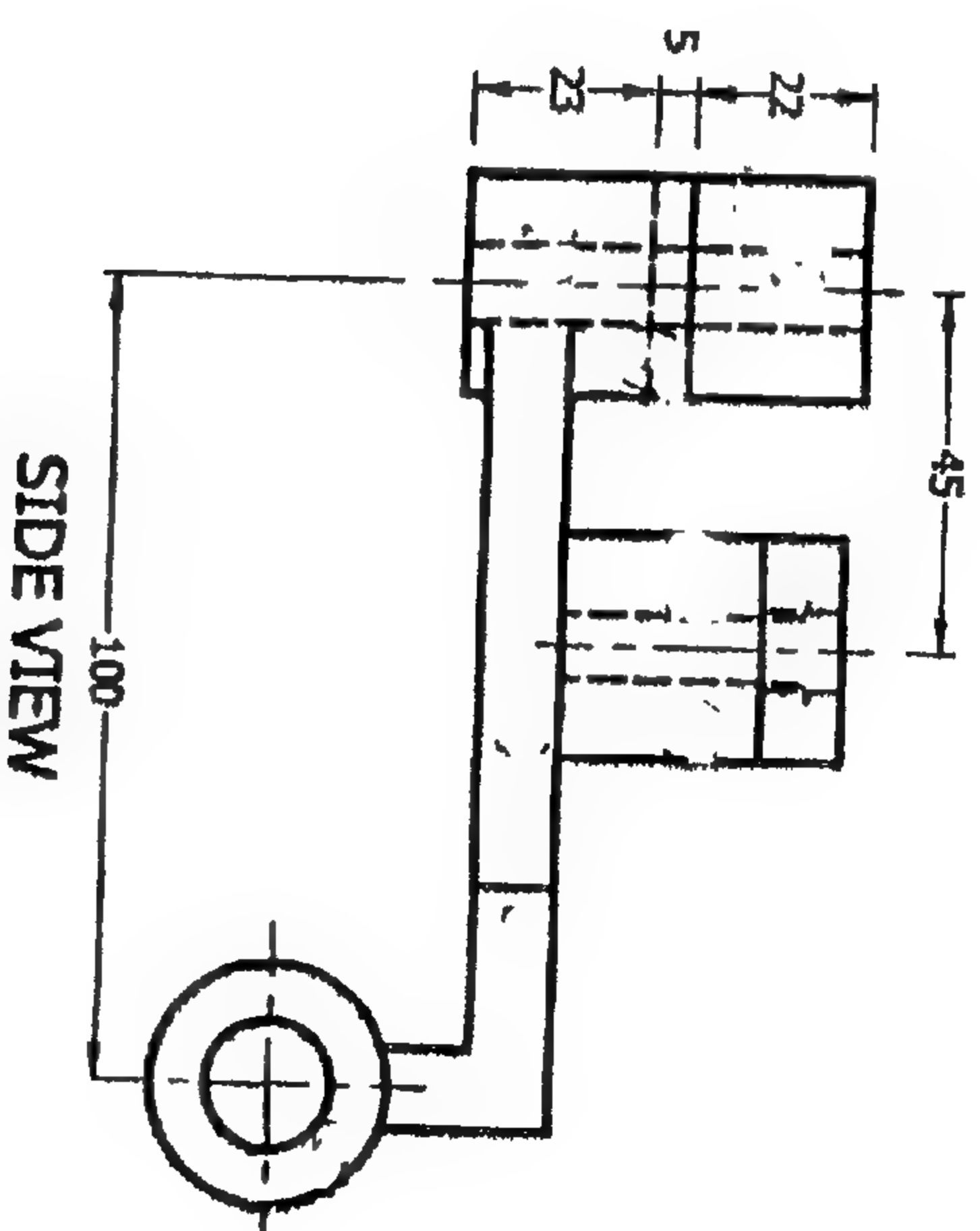
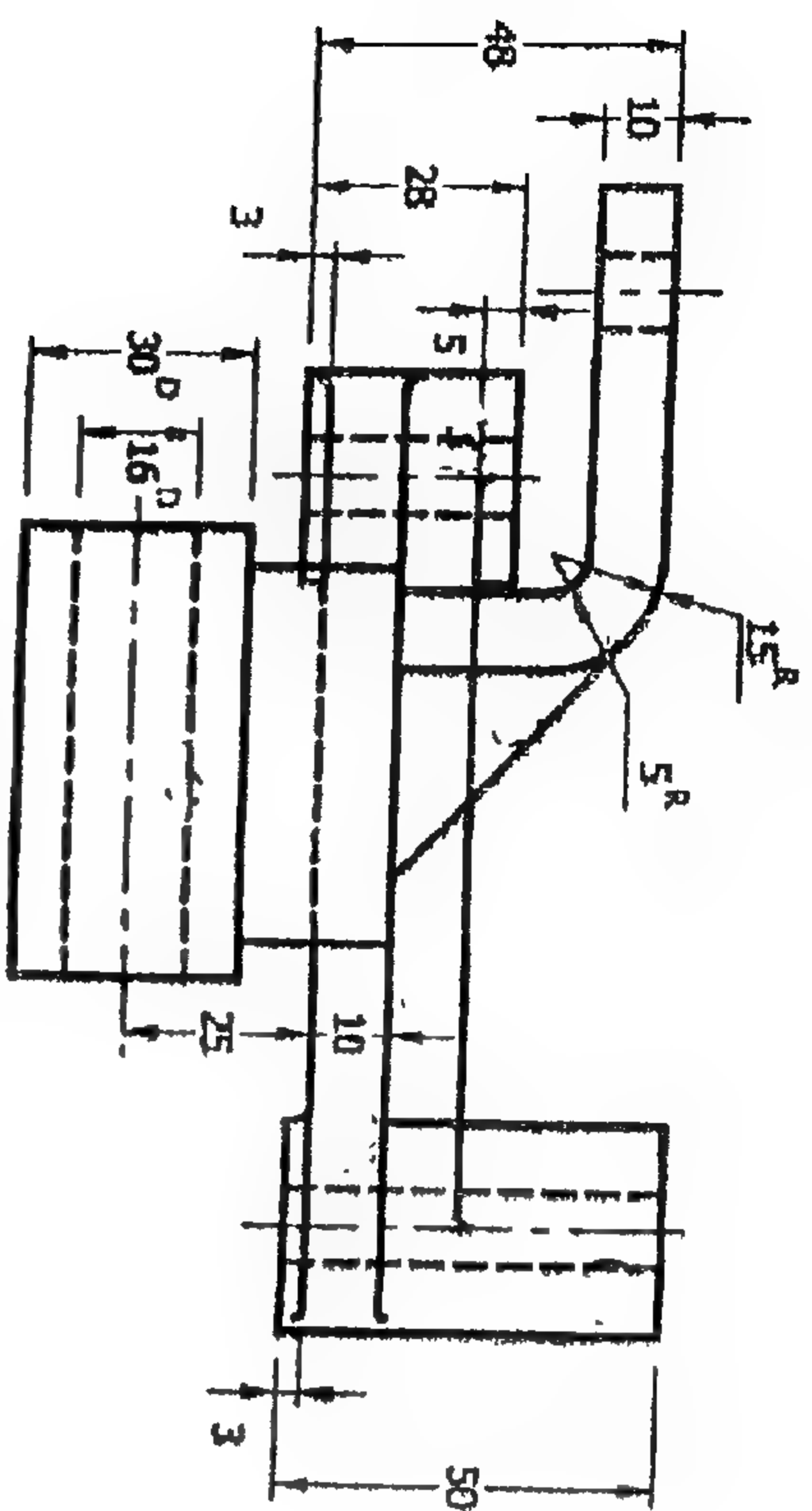


SIDE VIEW



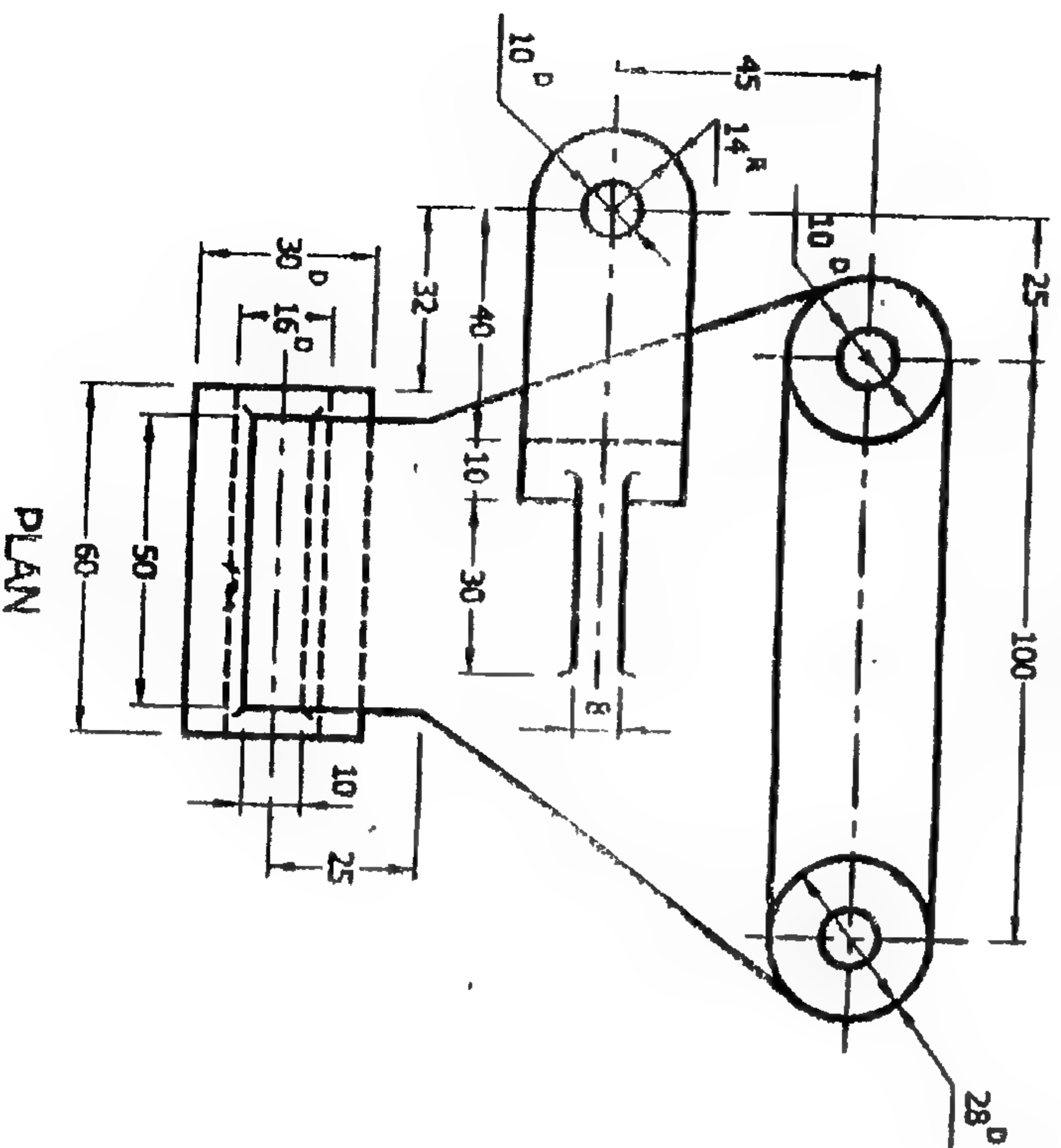
PLAN

38

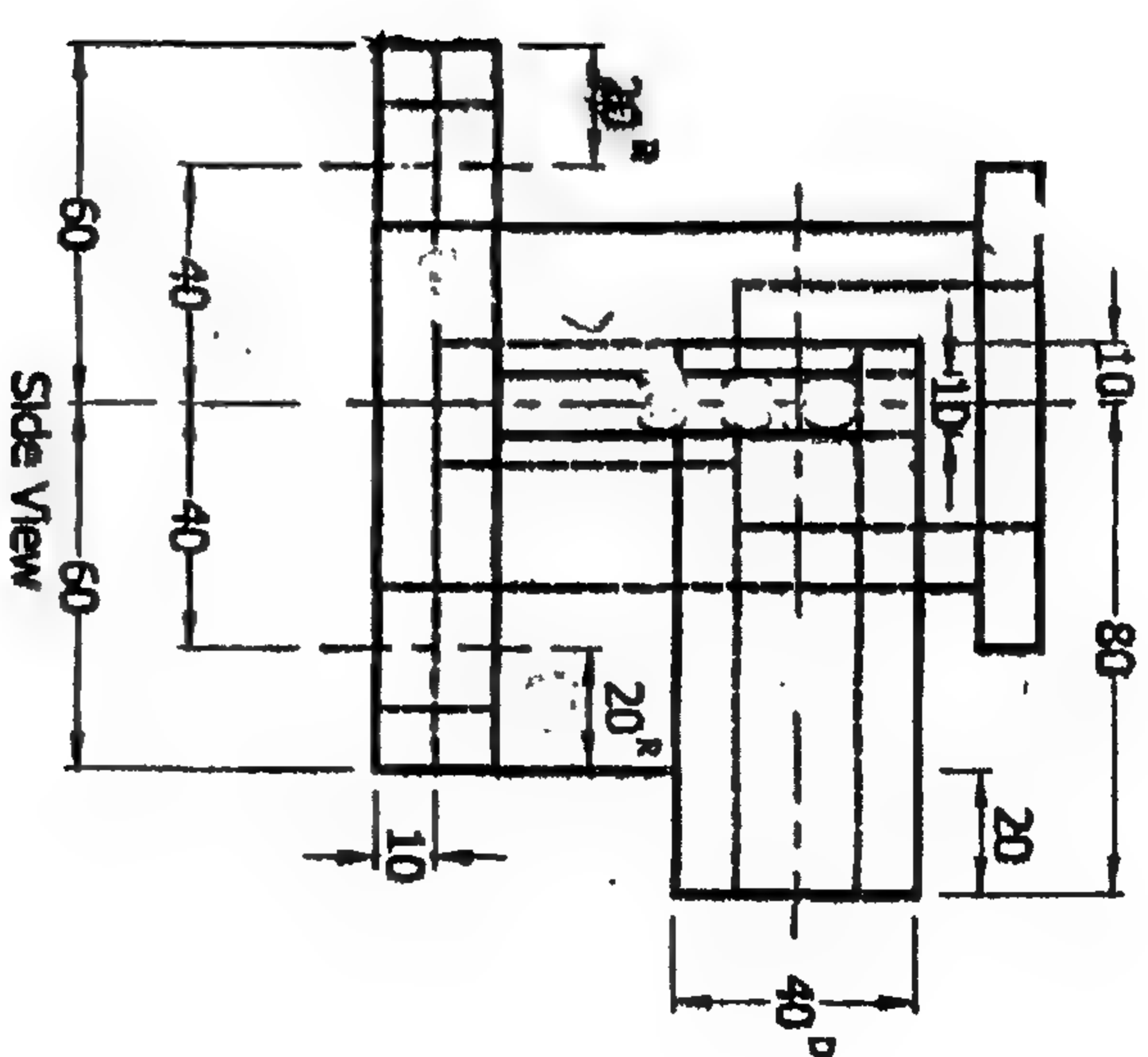
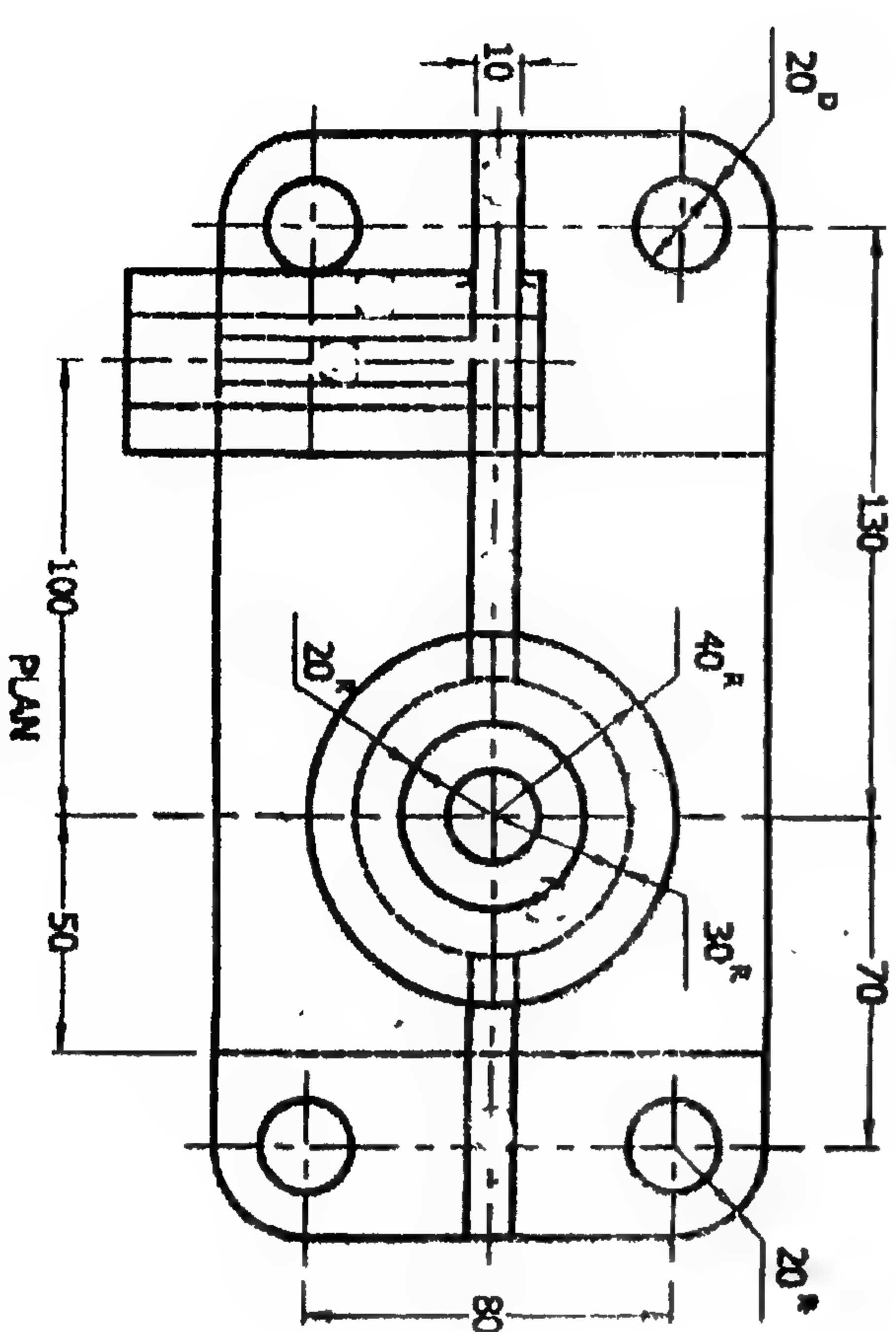
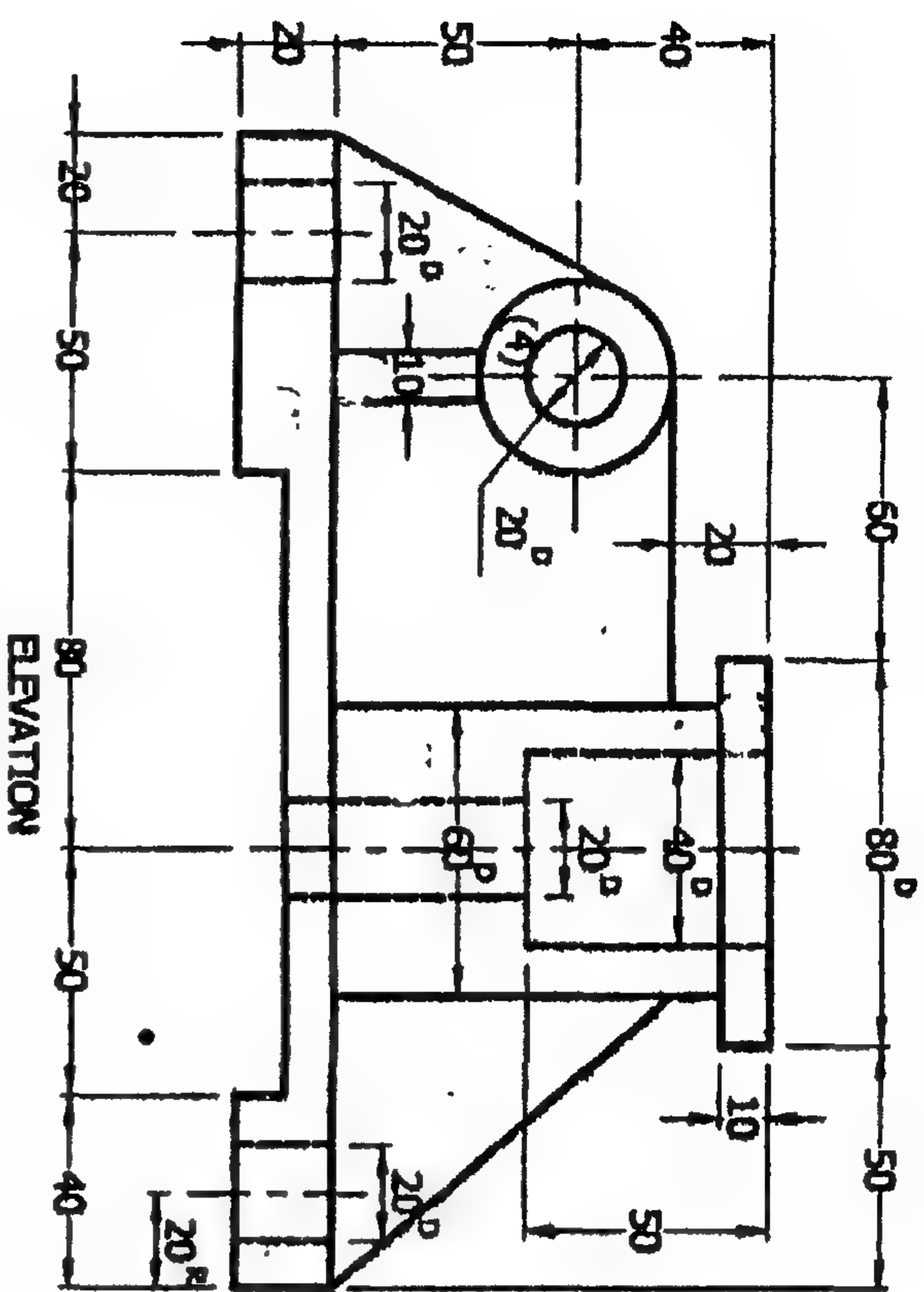


ELEVATION

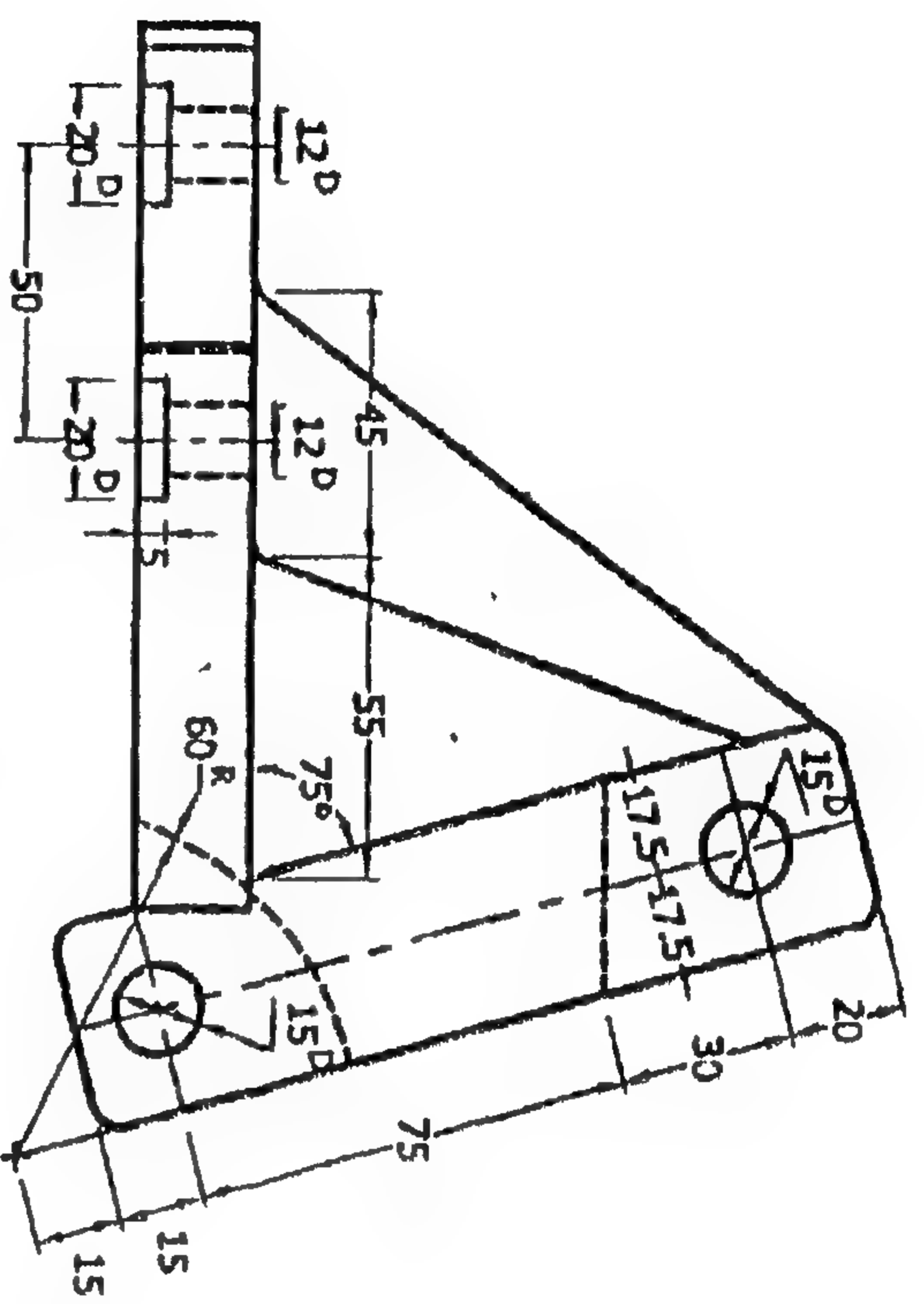
SIDE VIEW



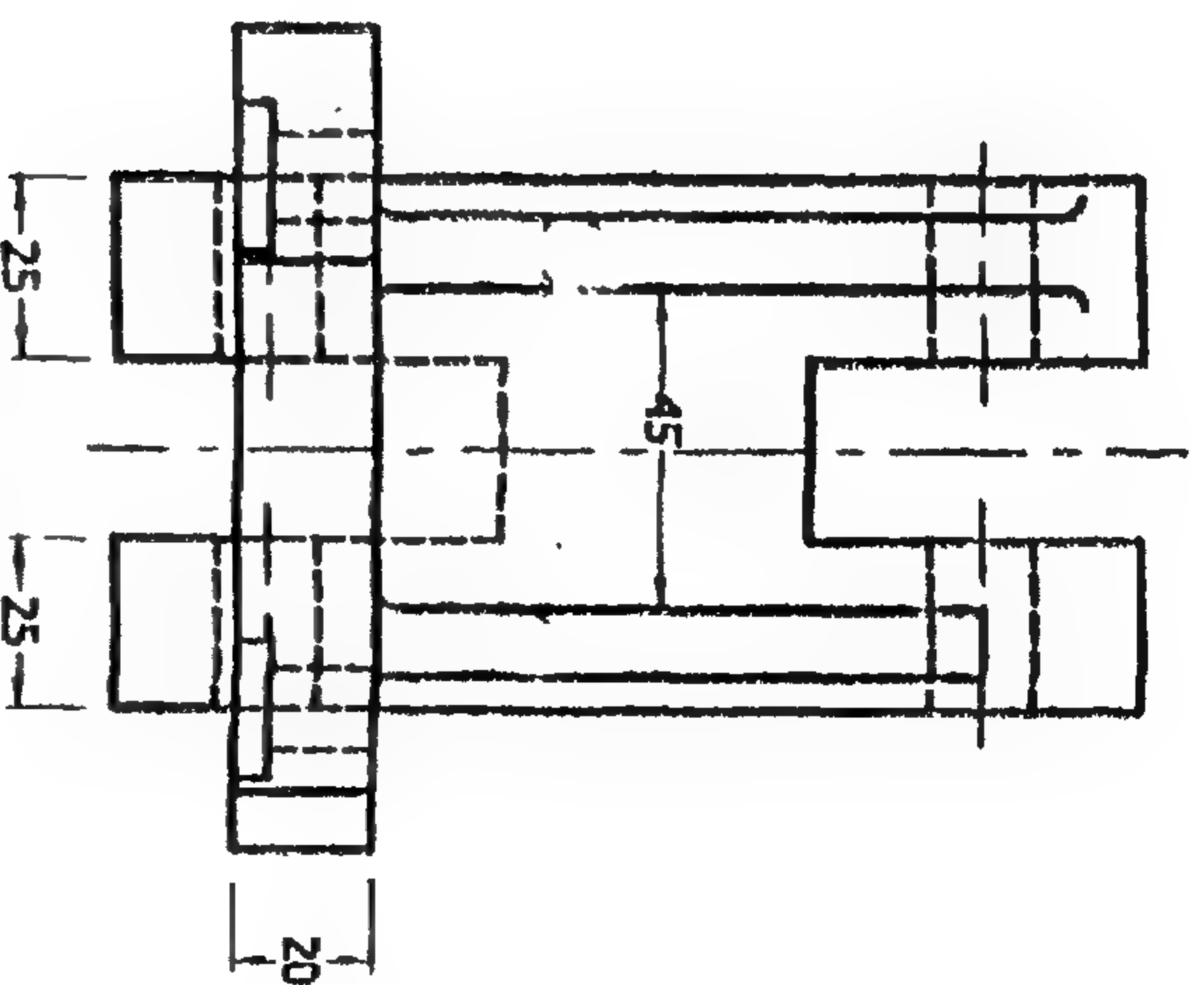
39



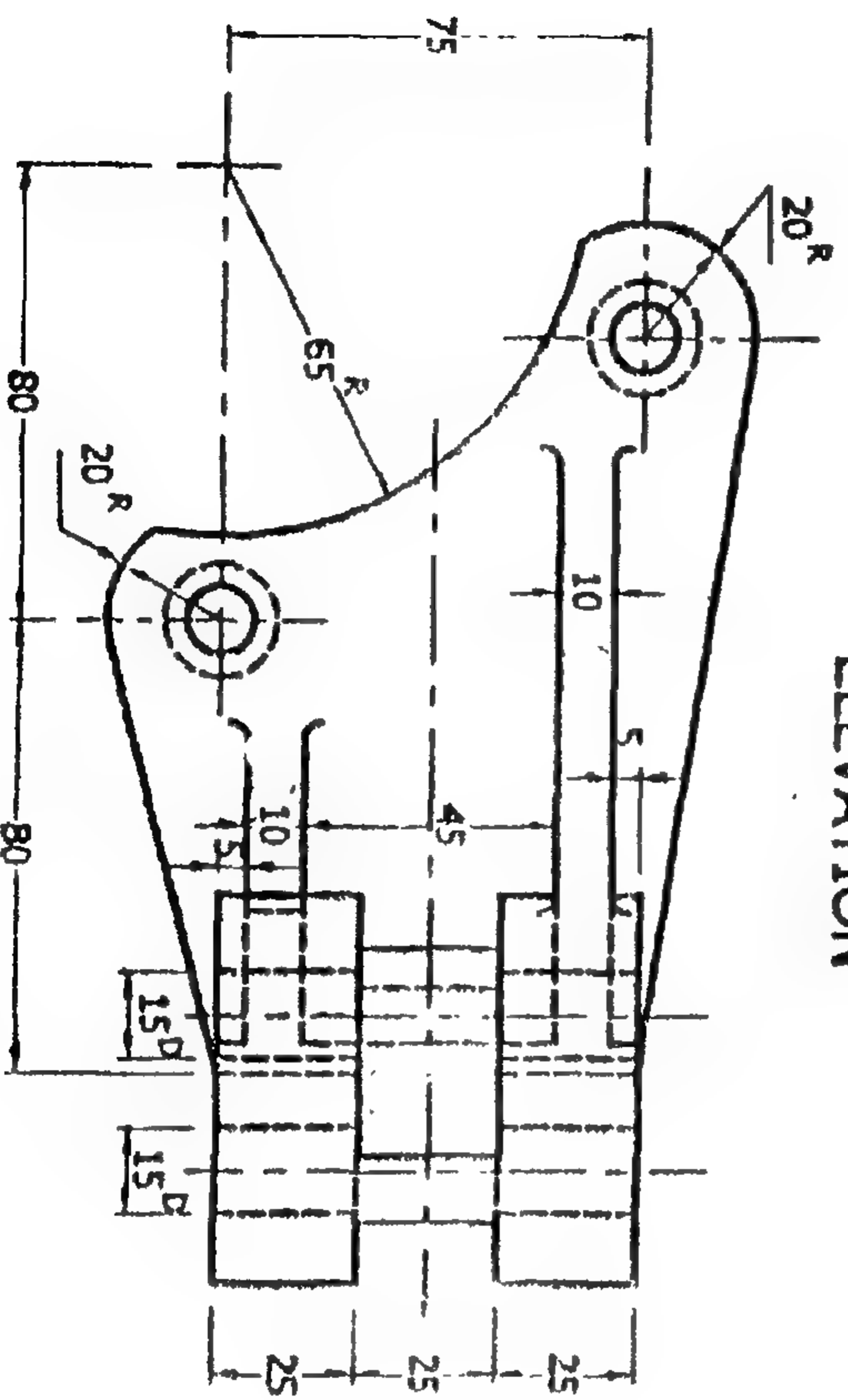
40



ELEVATION



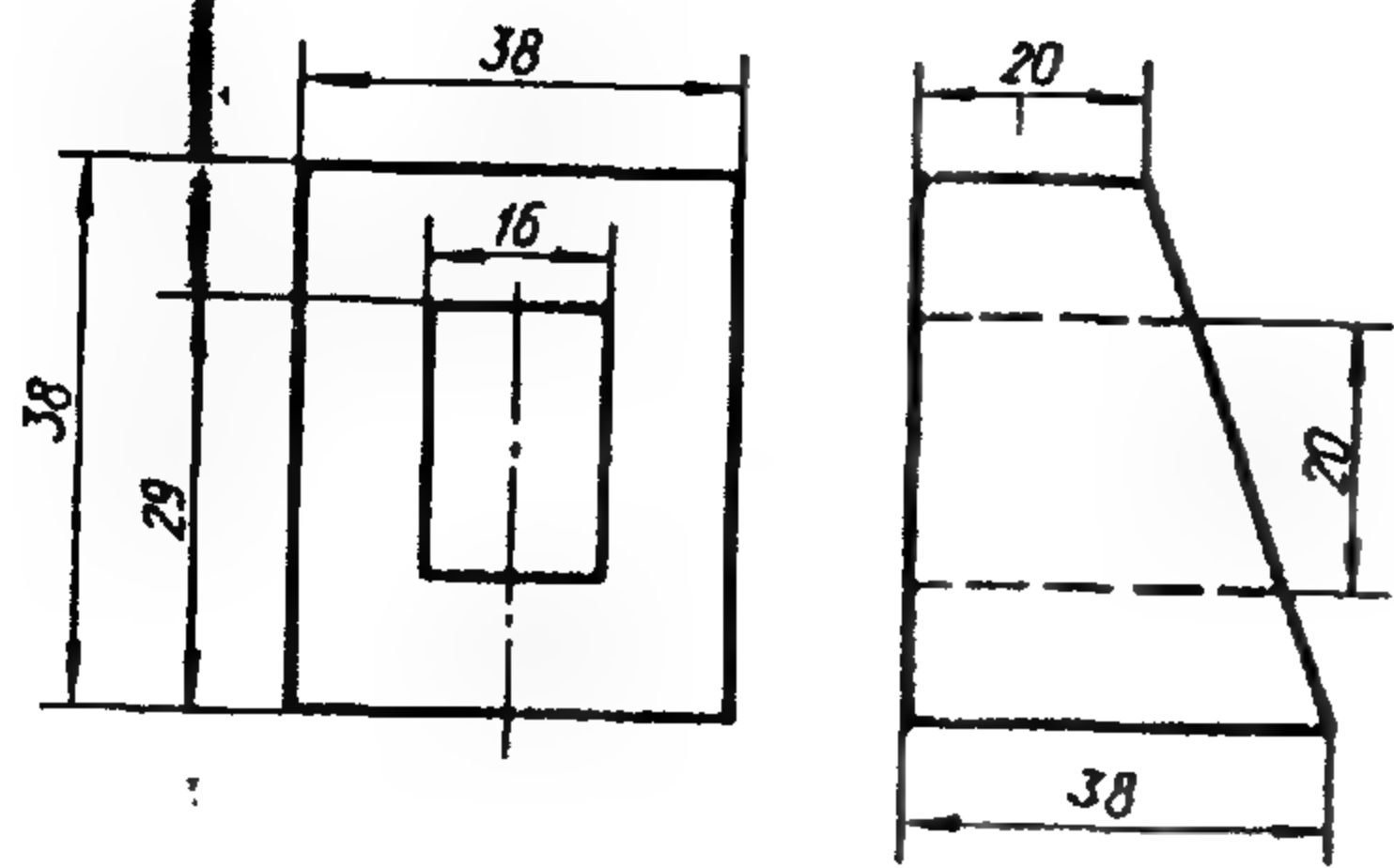
SIDE VIEW



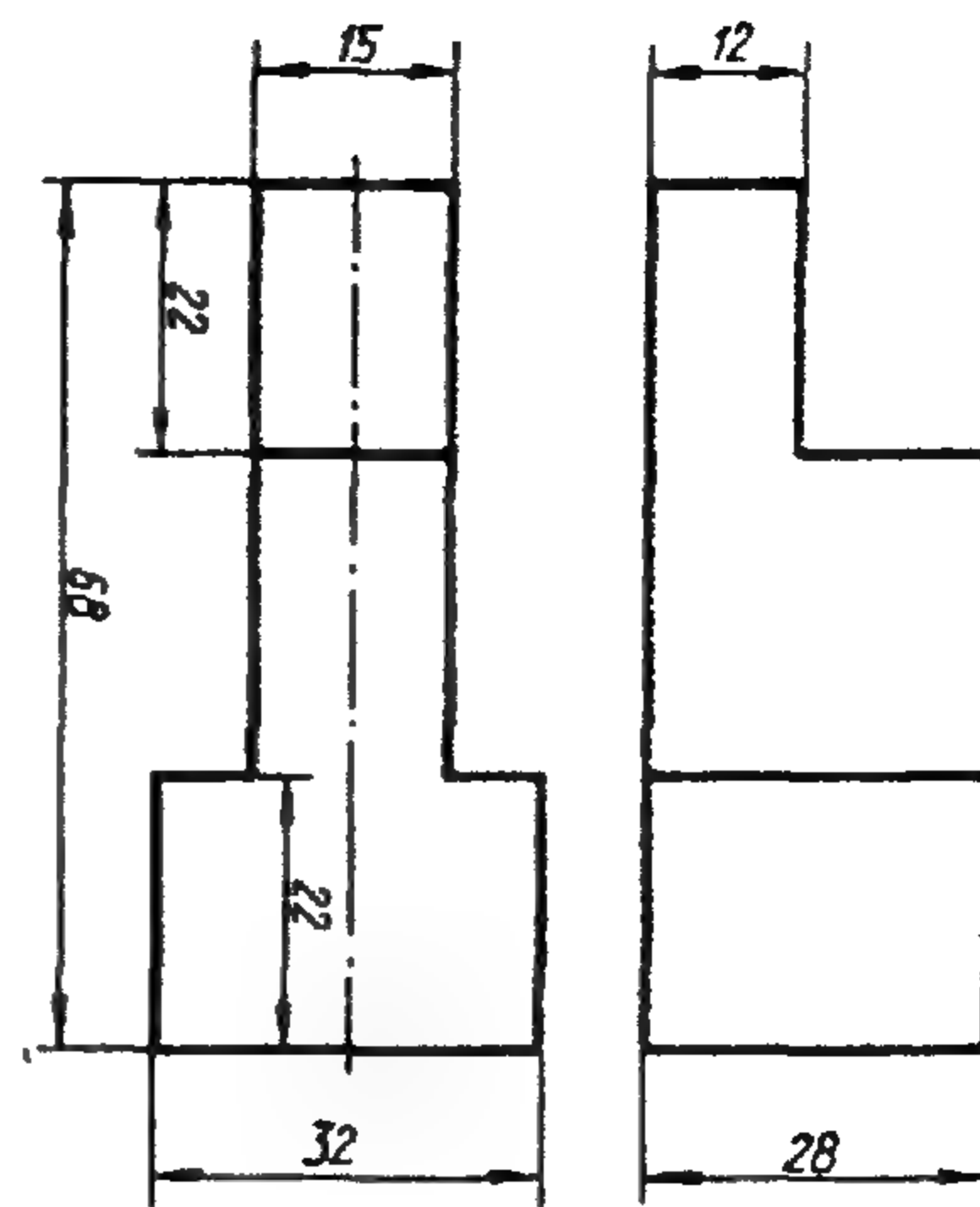
PLAN

تدريبات

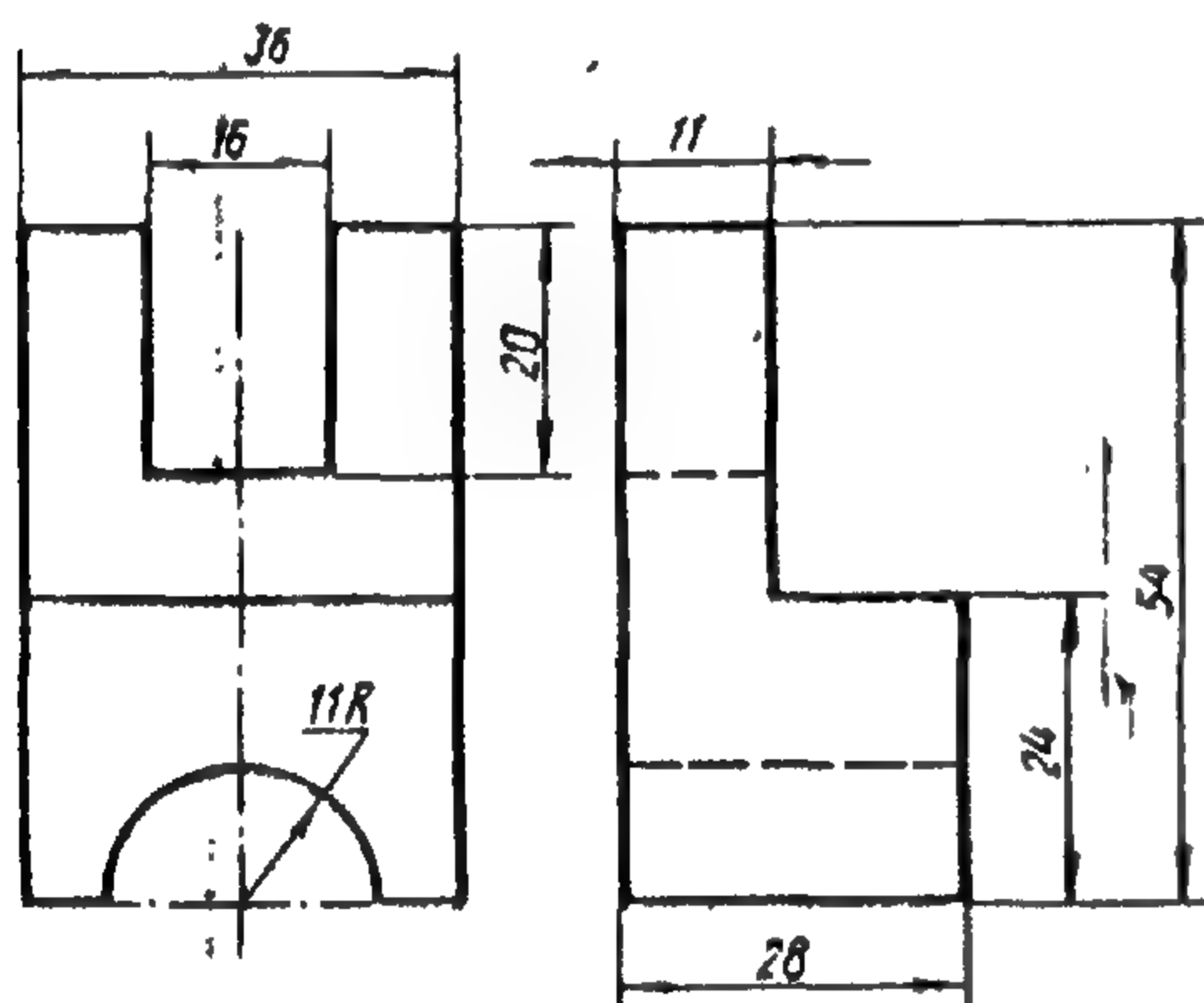
على استنتاج المسقط الثالث



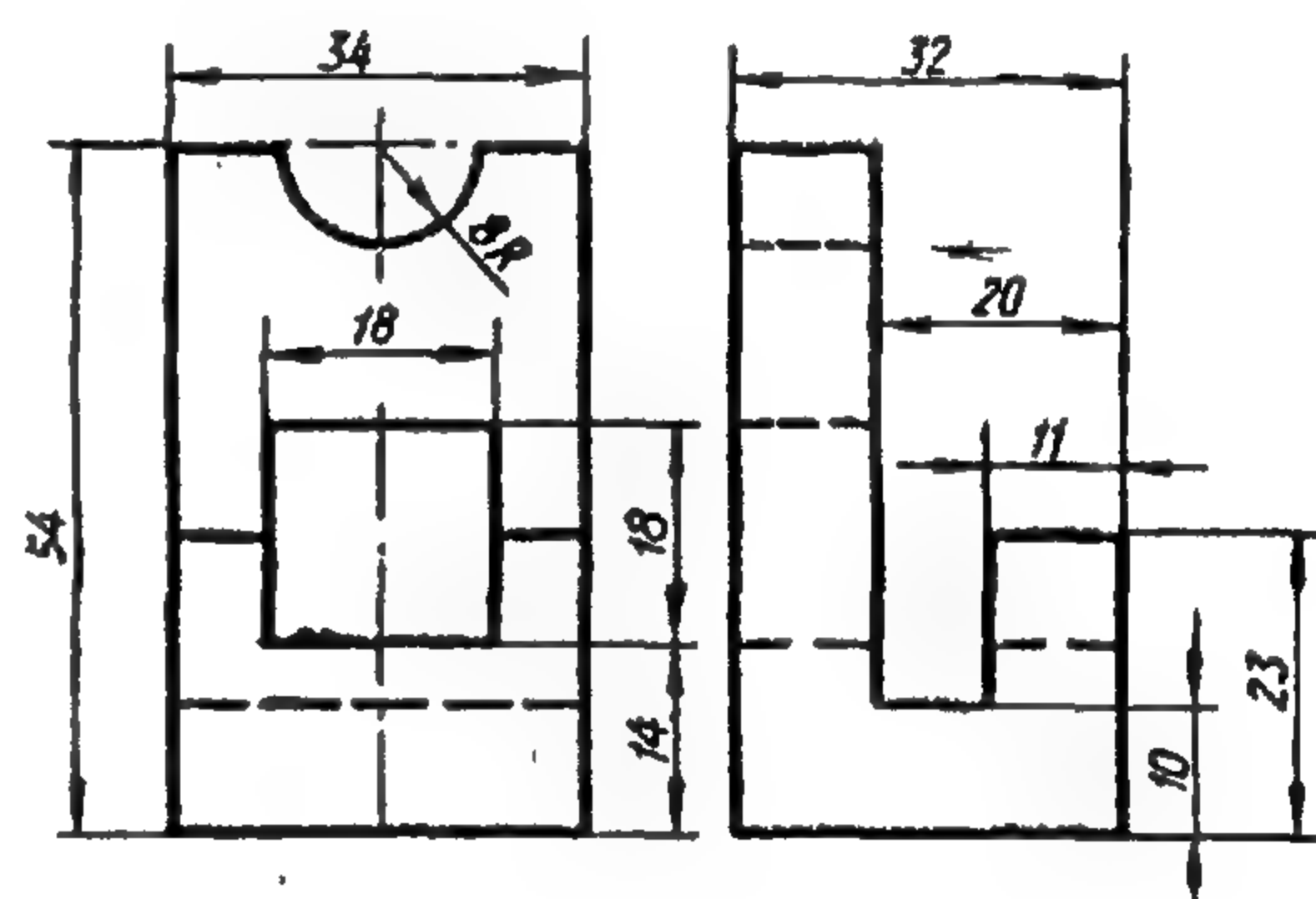
2



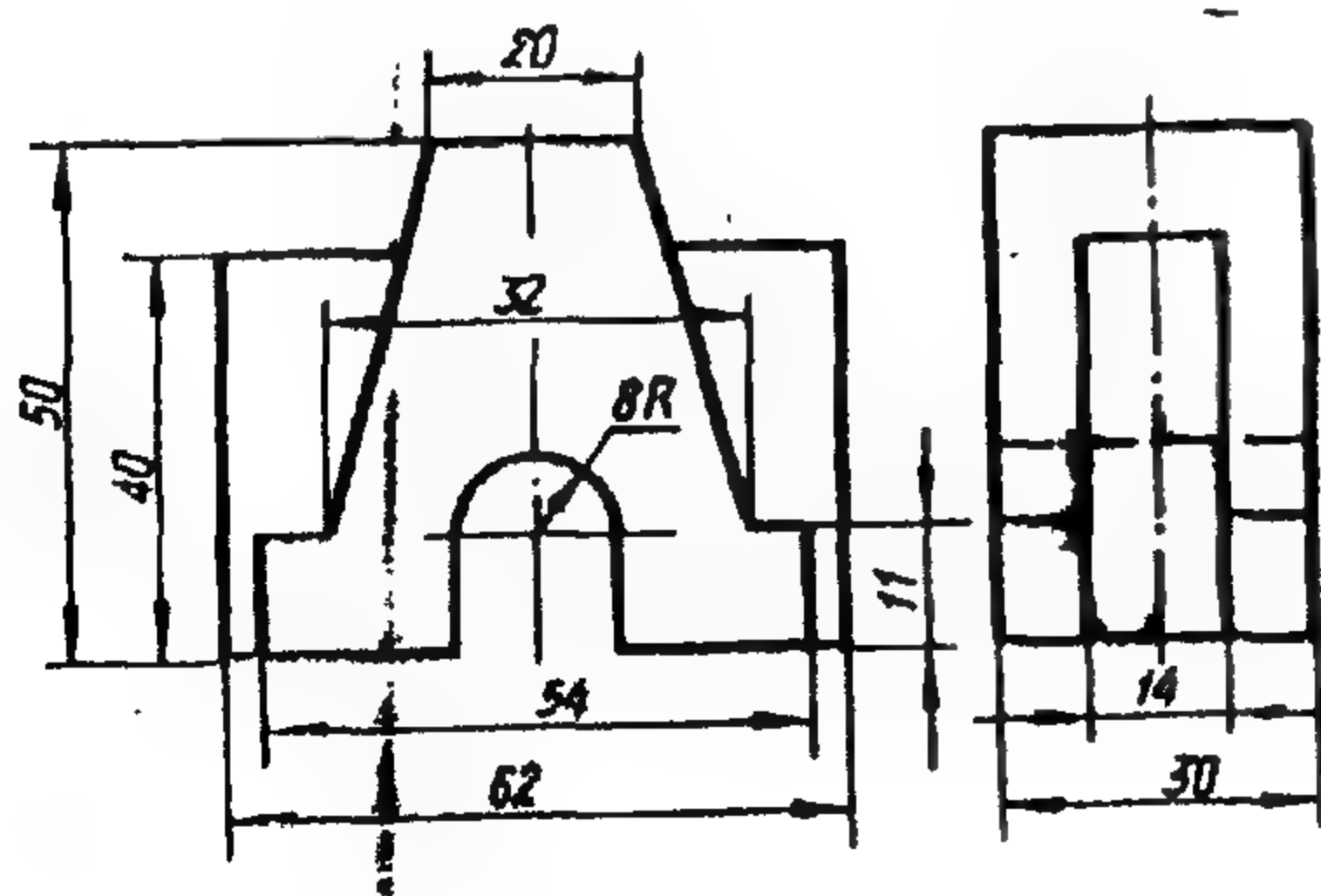
1



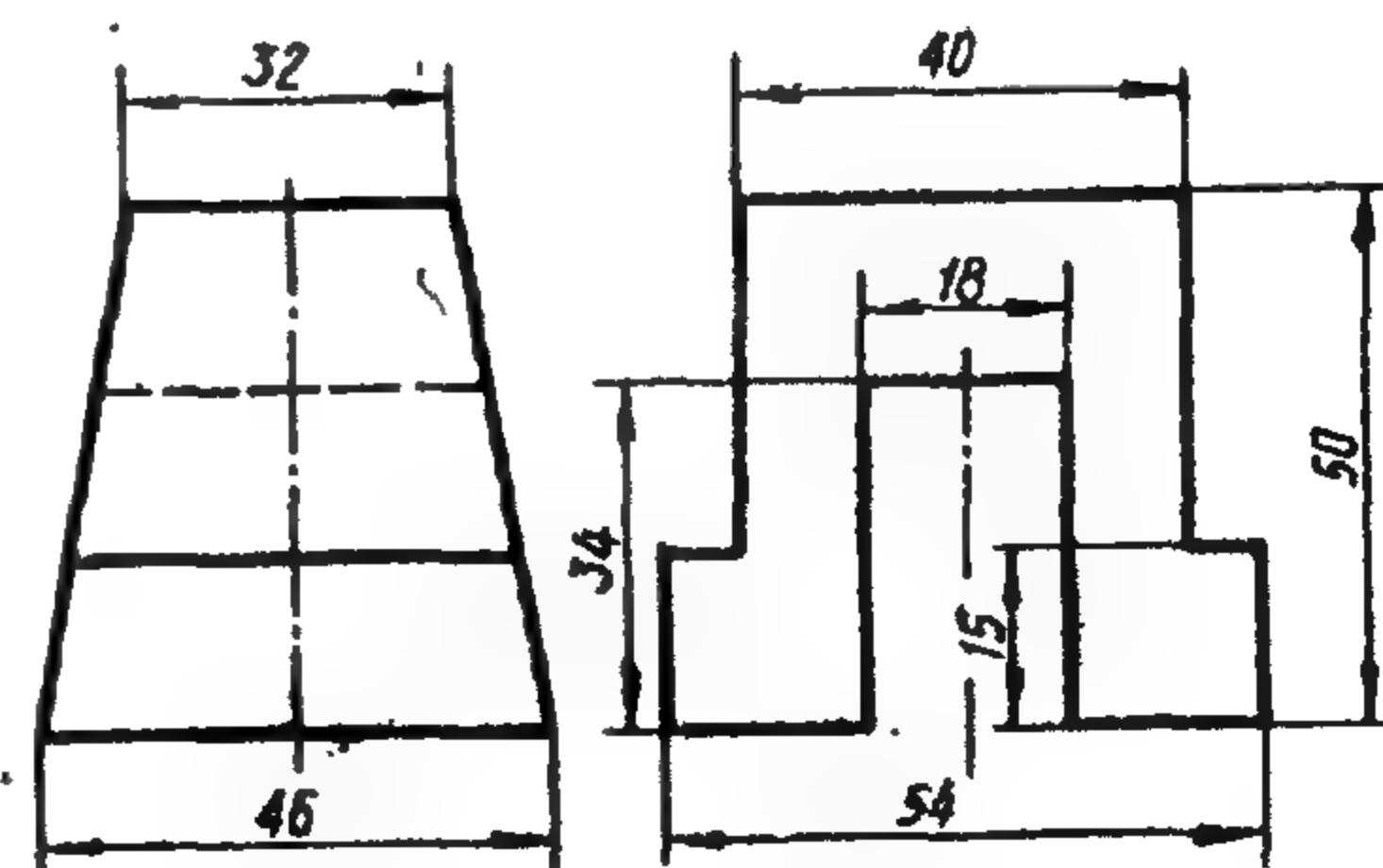
4



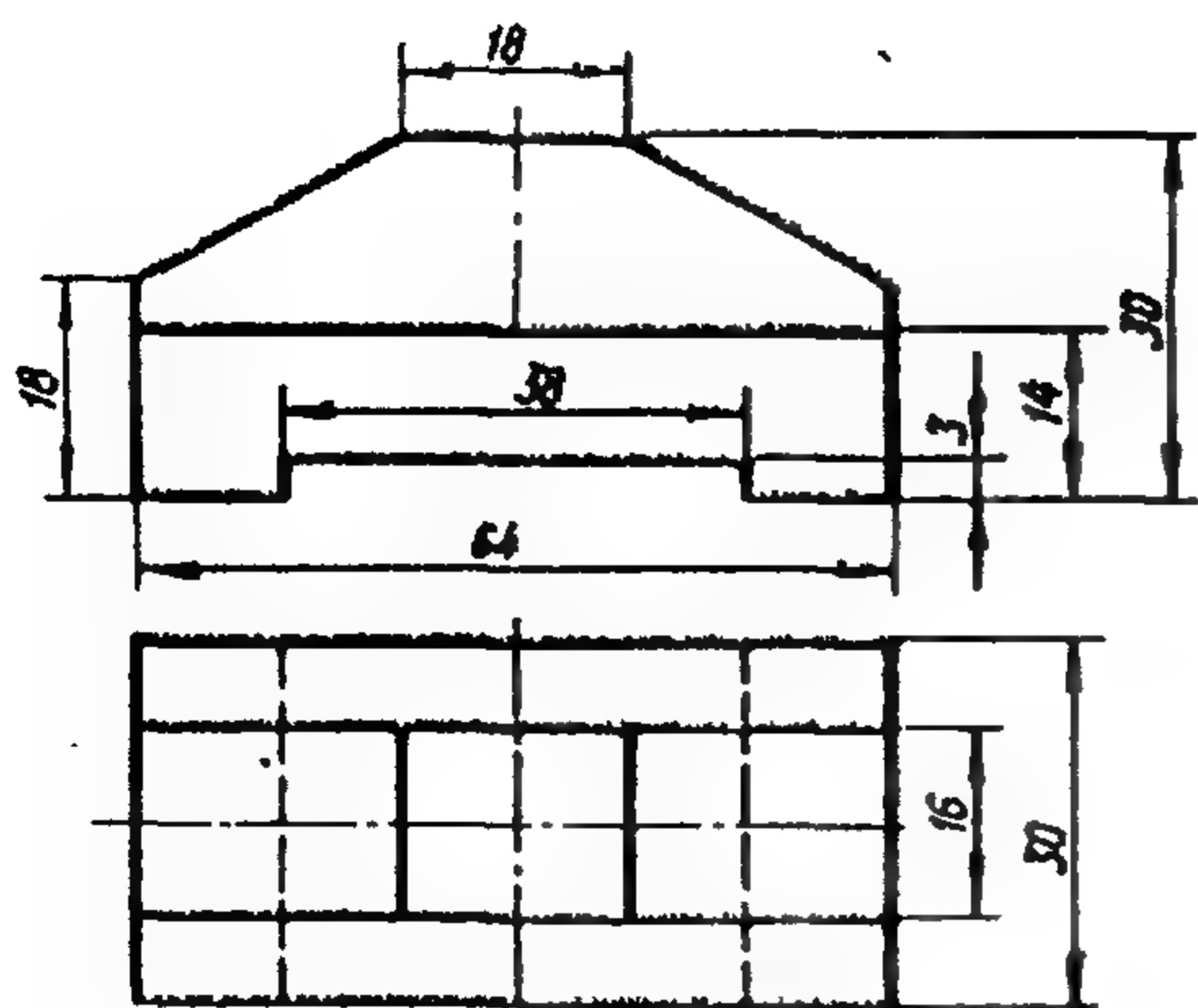
3



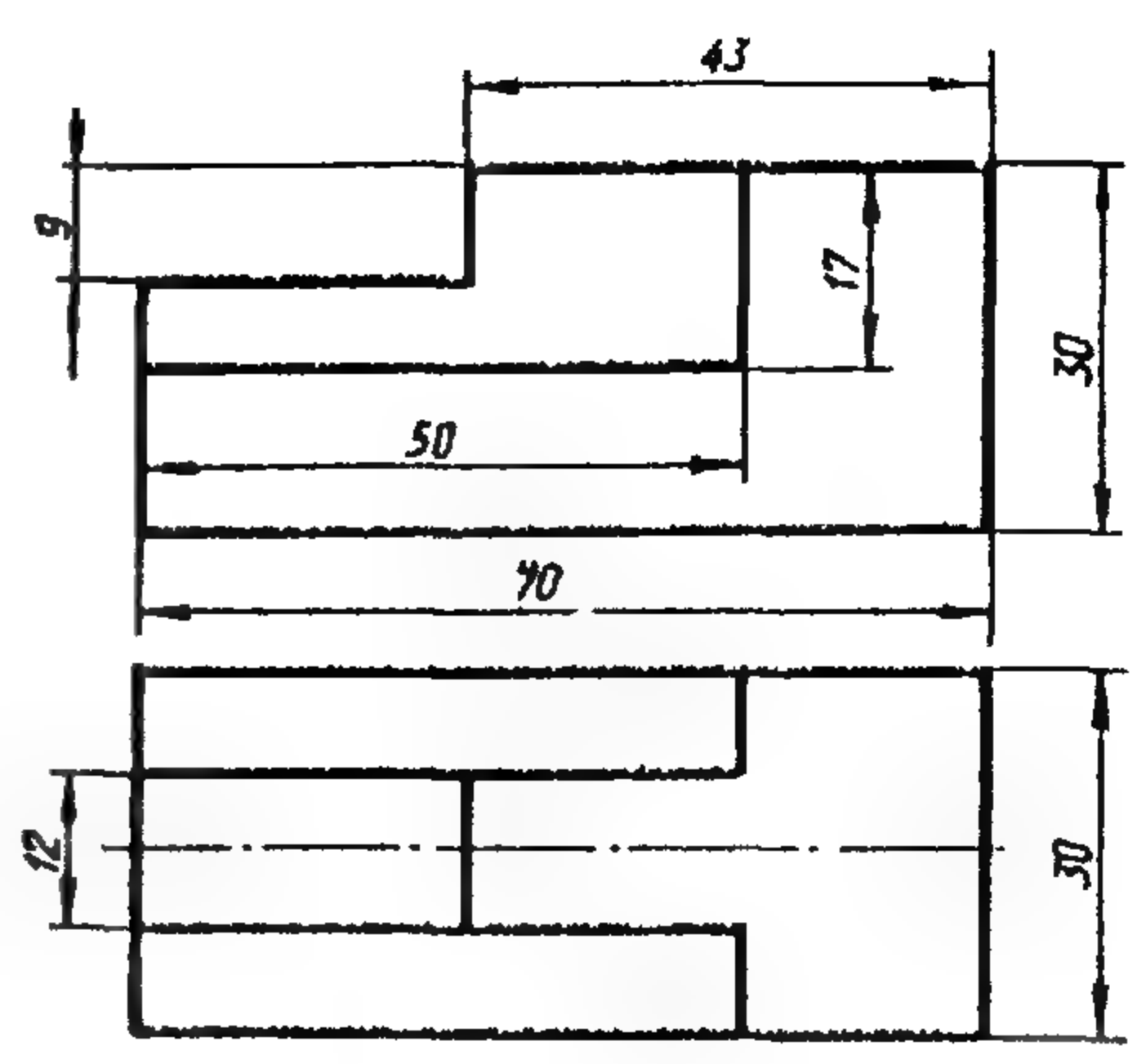
6



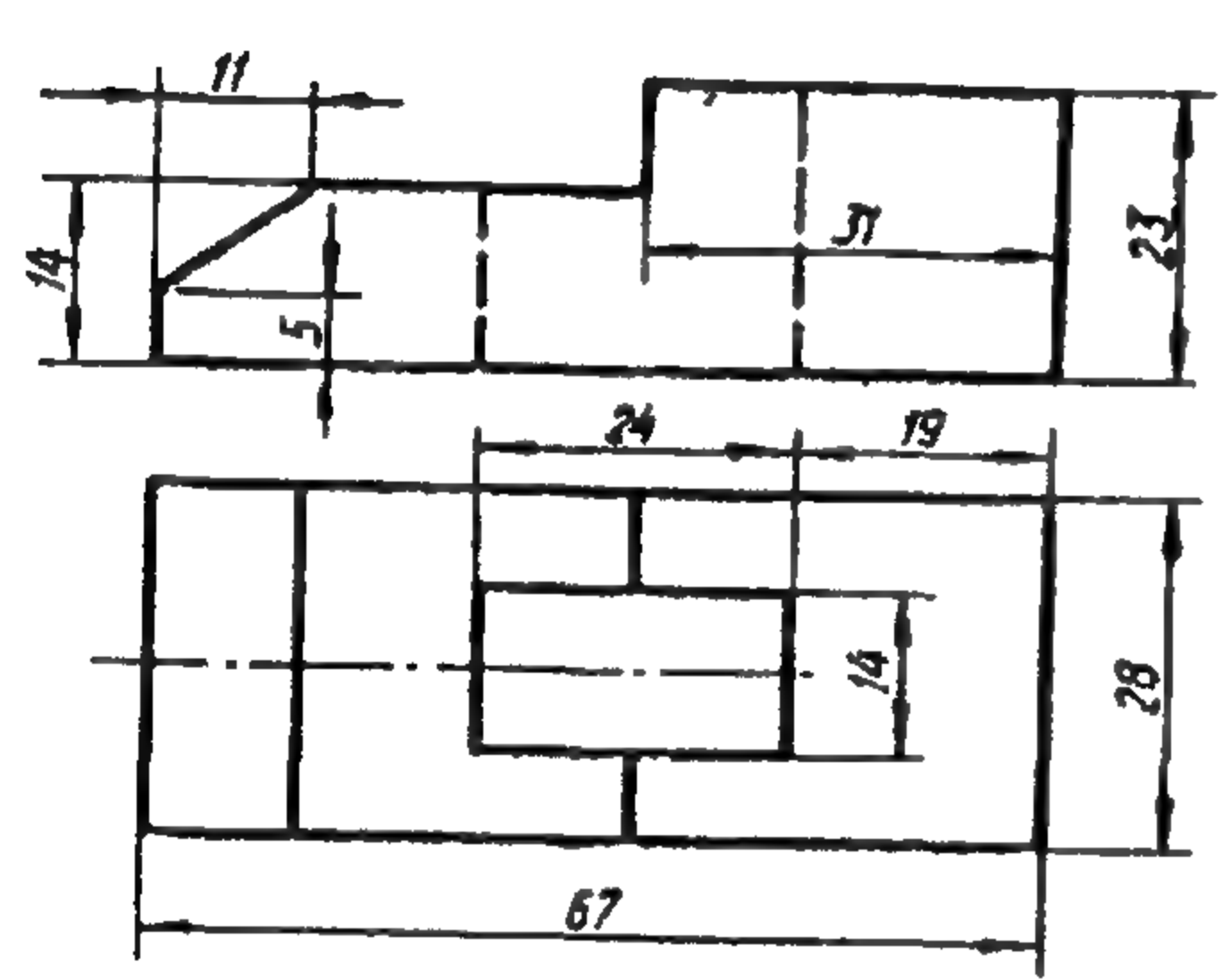
5



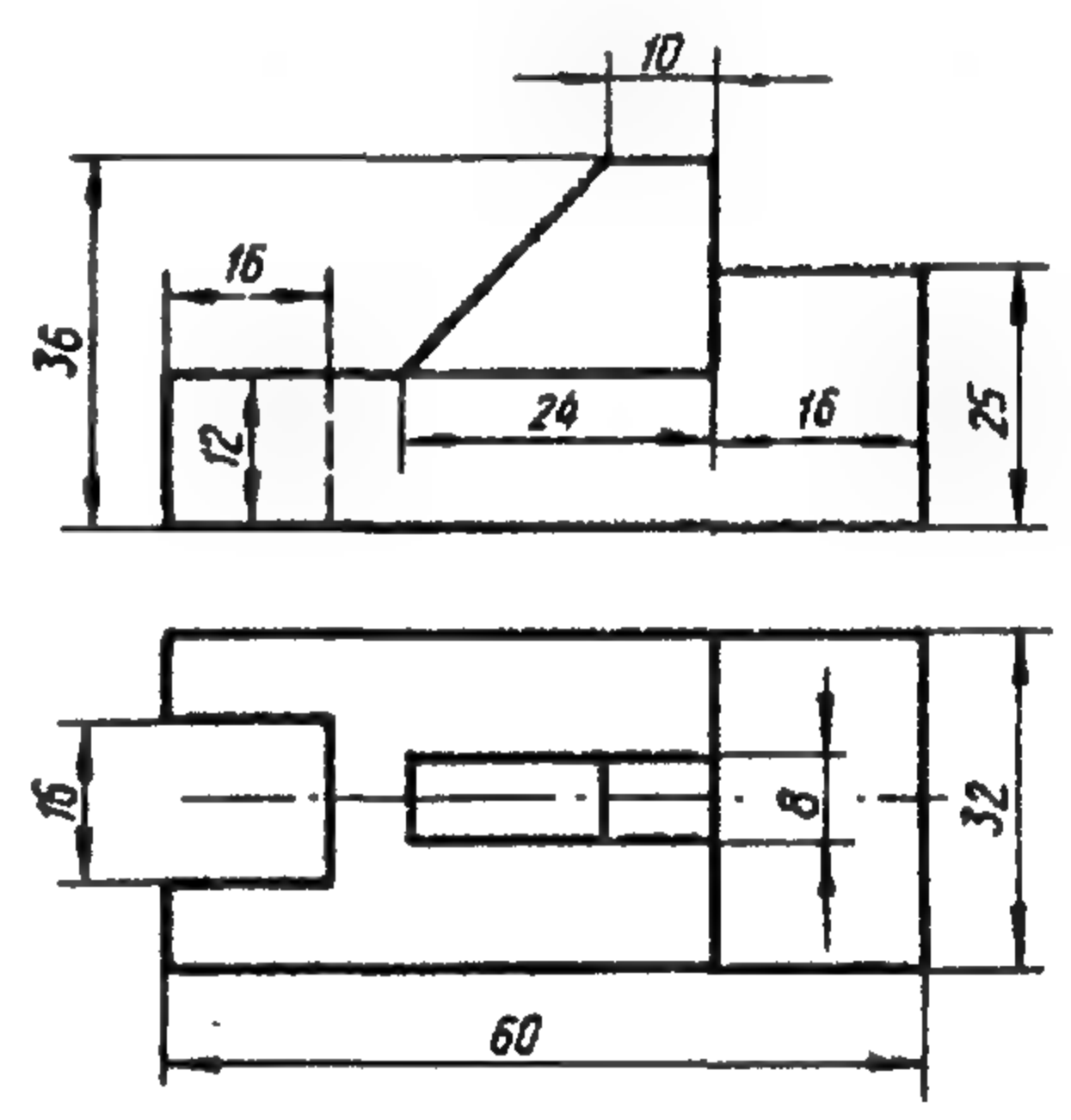
8



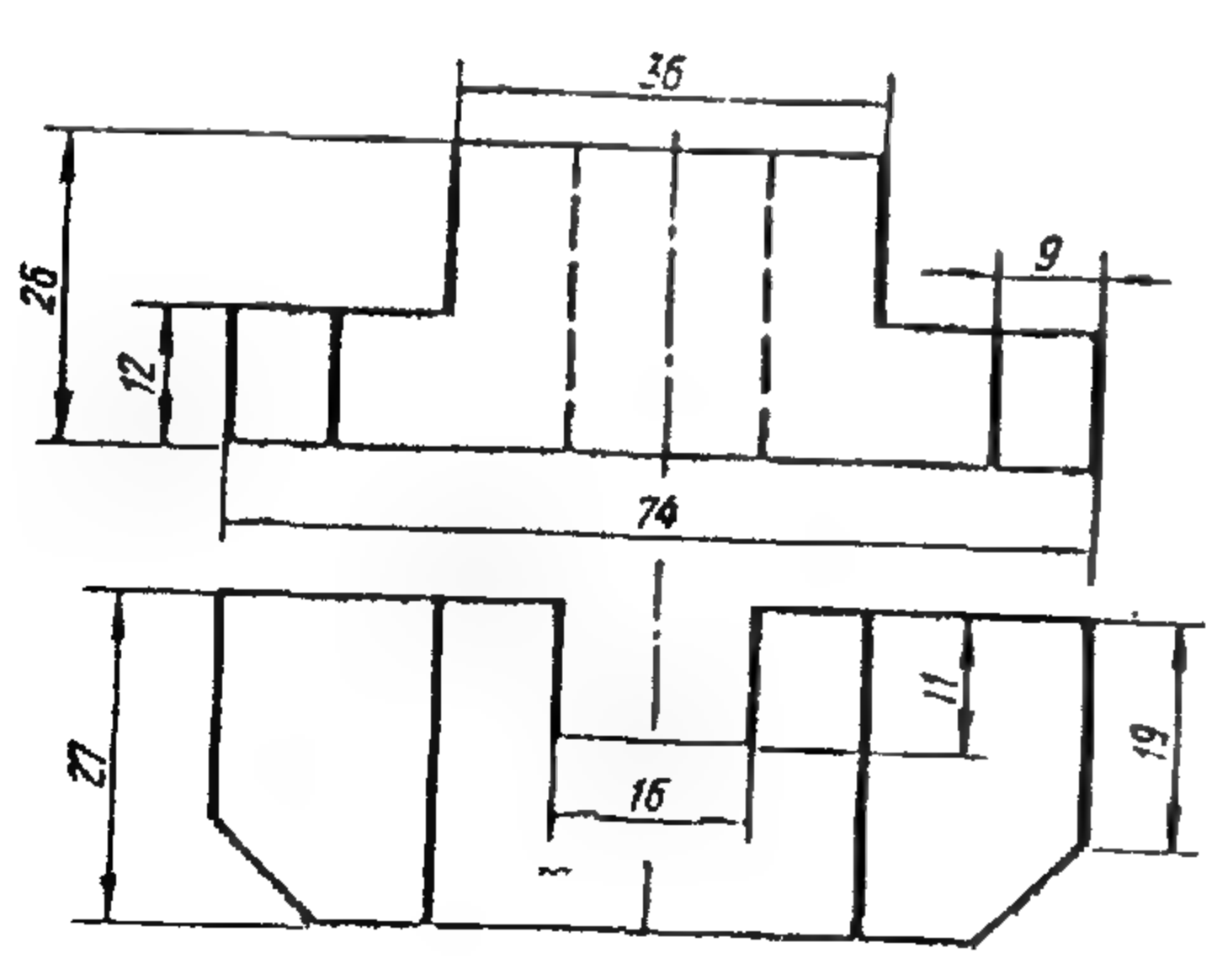
7



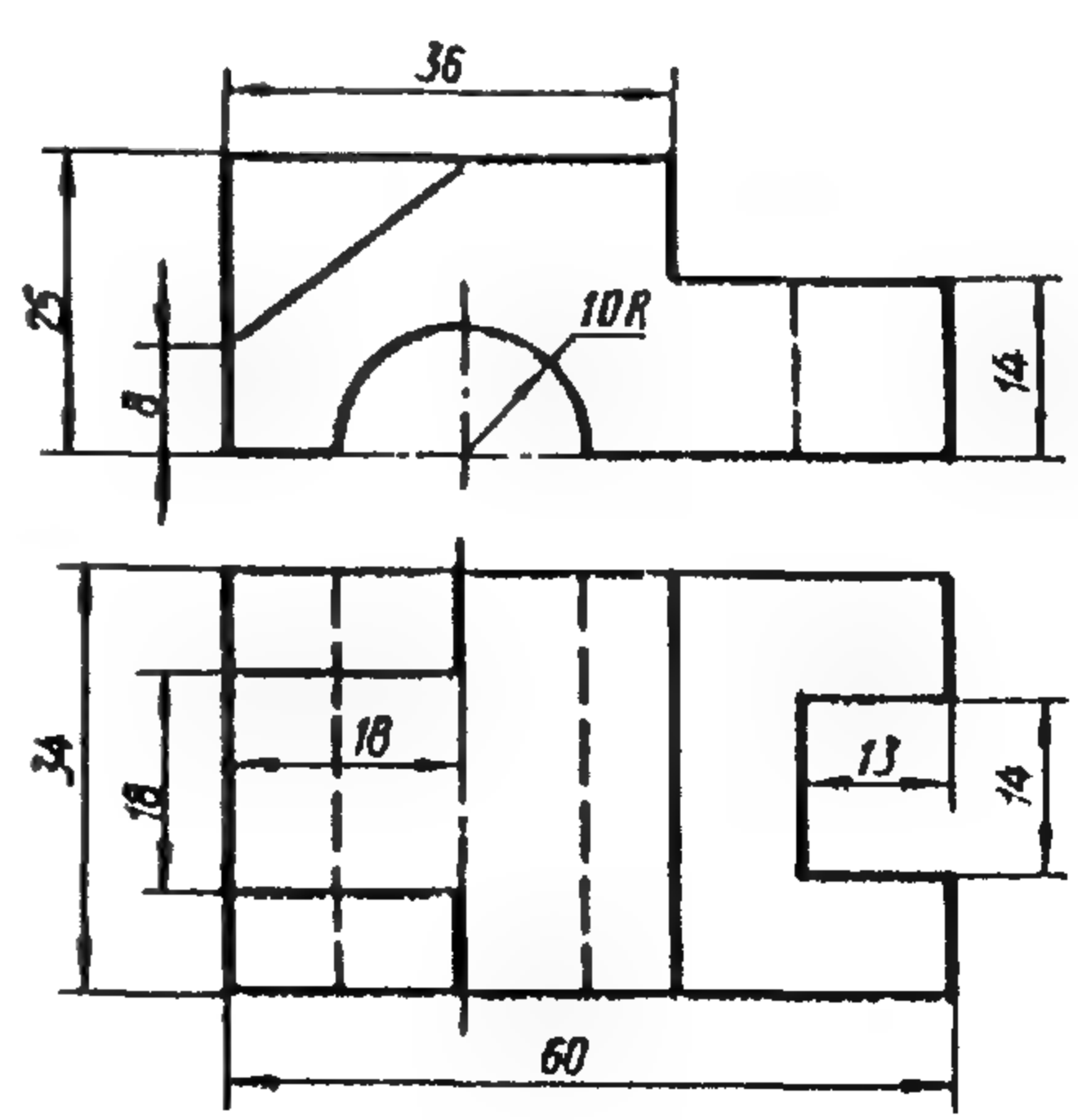
10



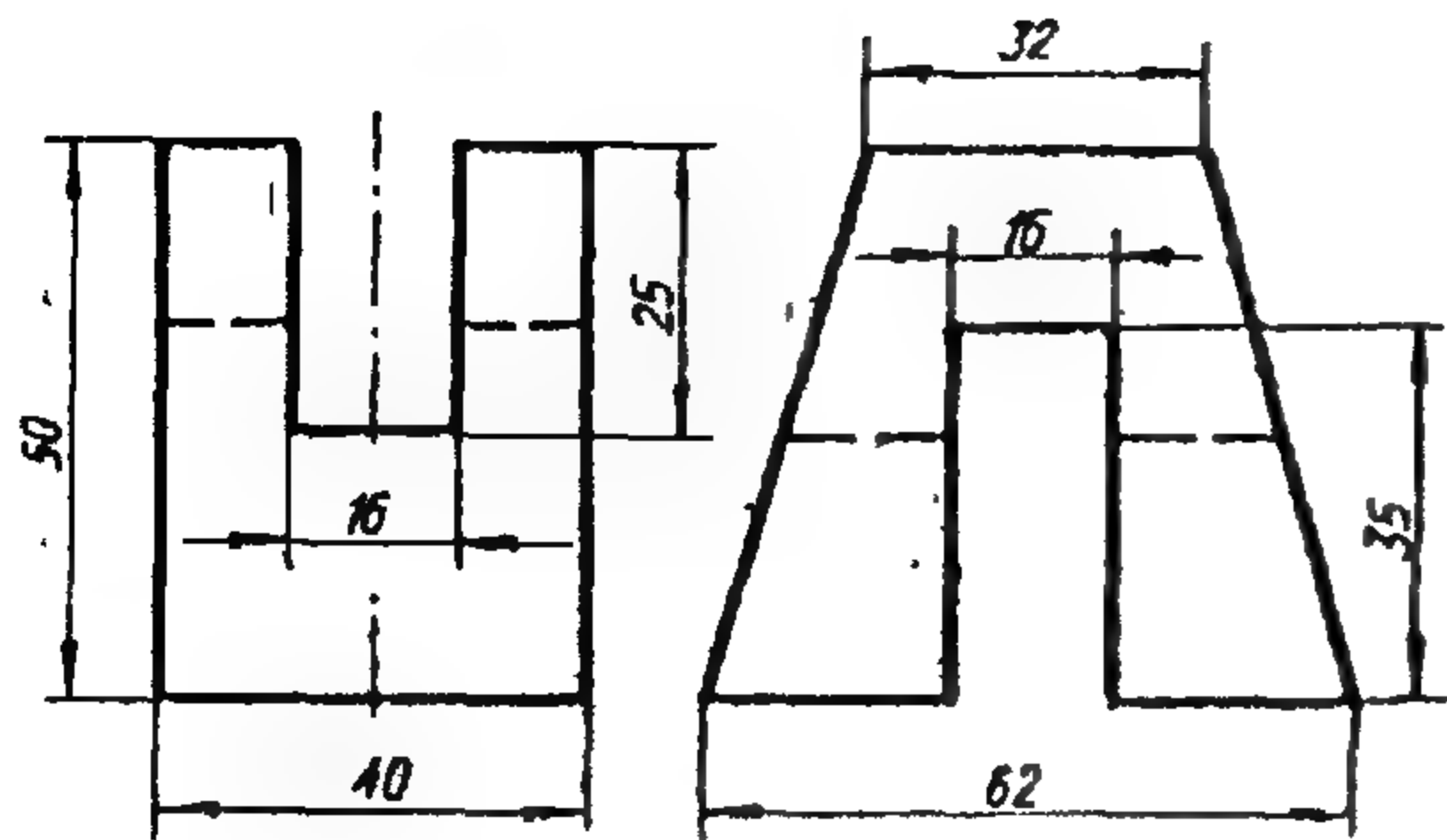
9



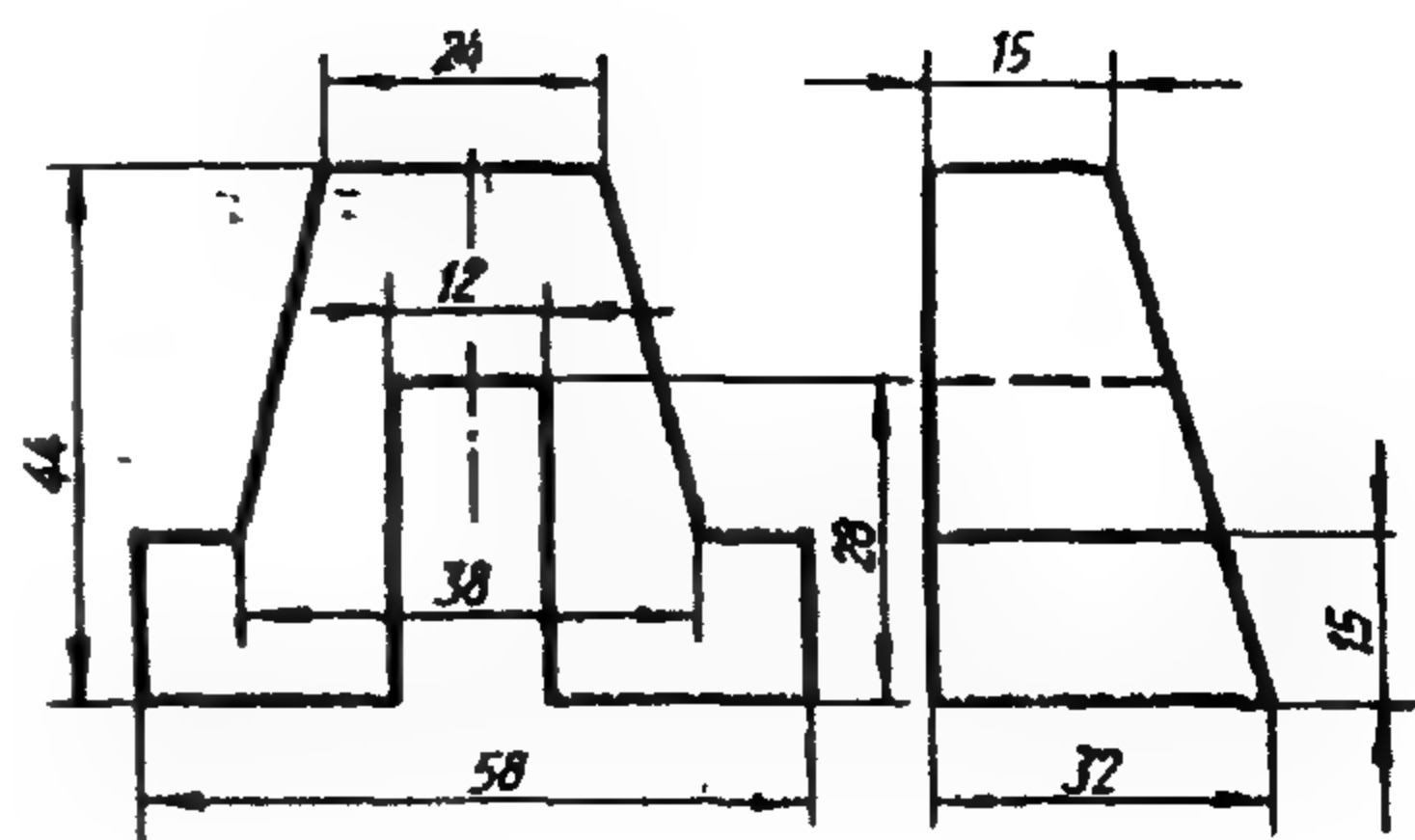
12



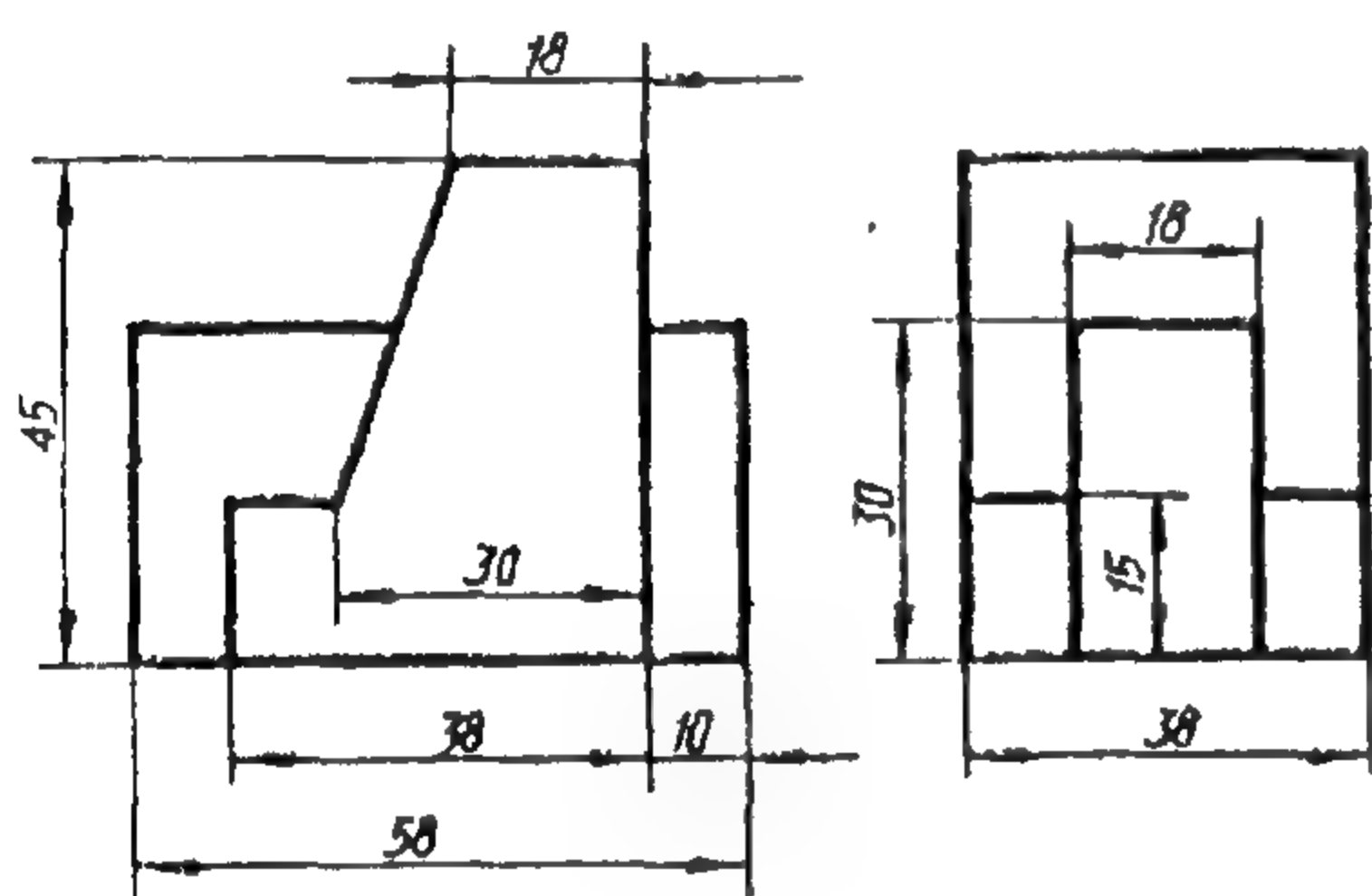
11



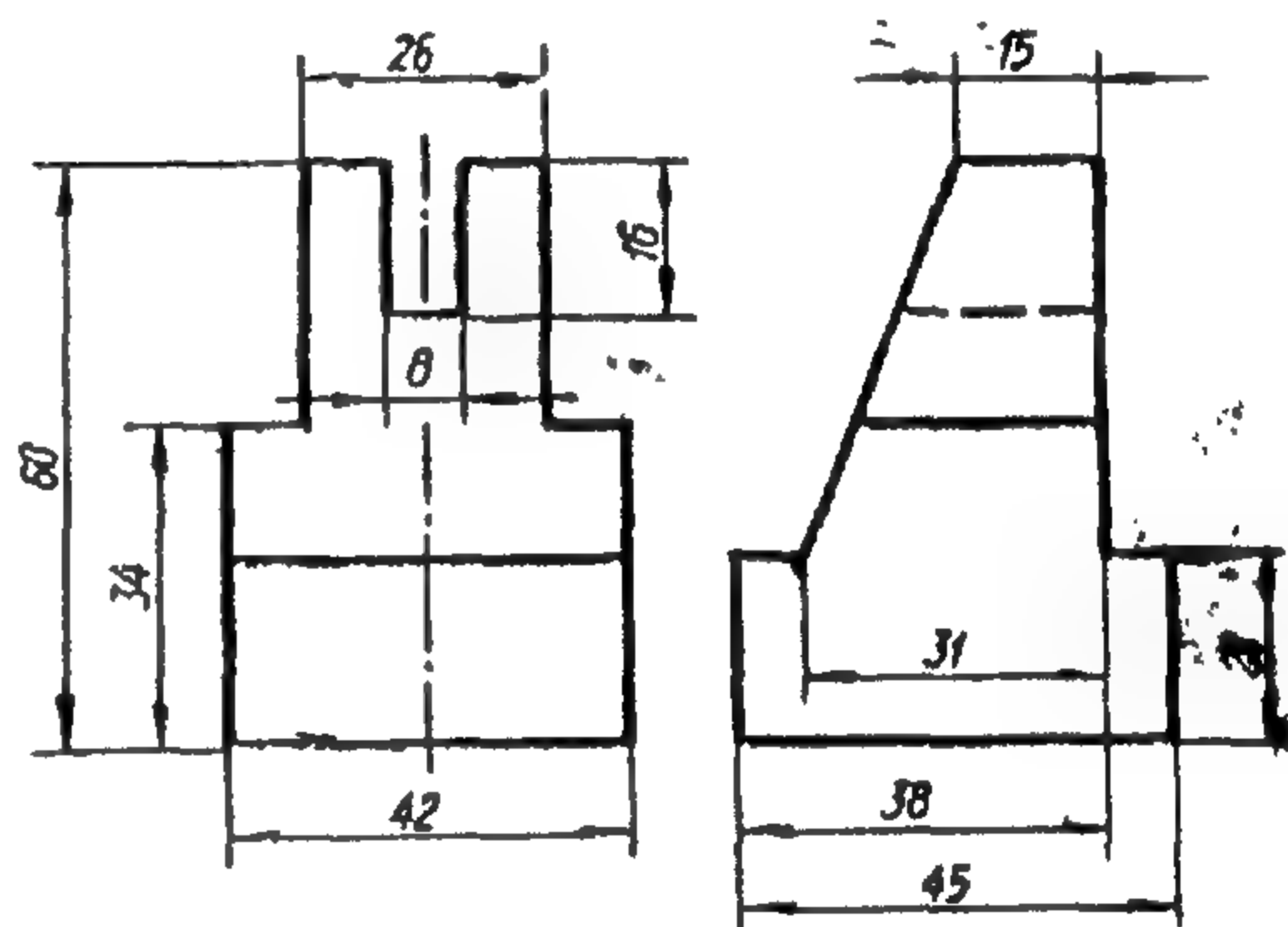
14



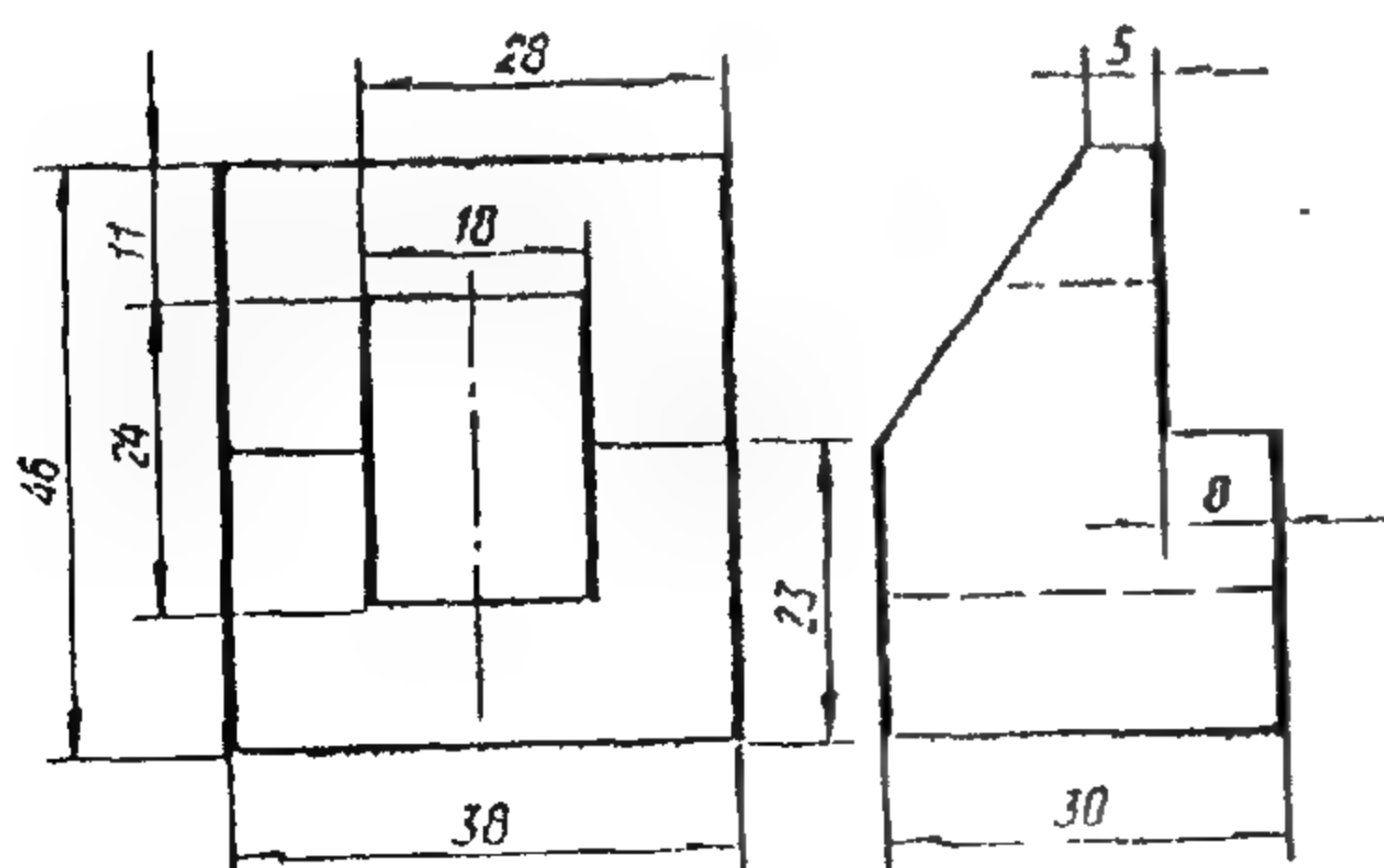
13



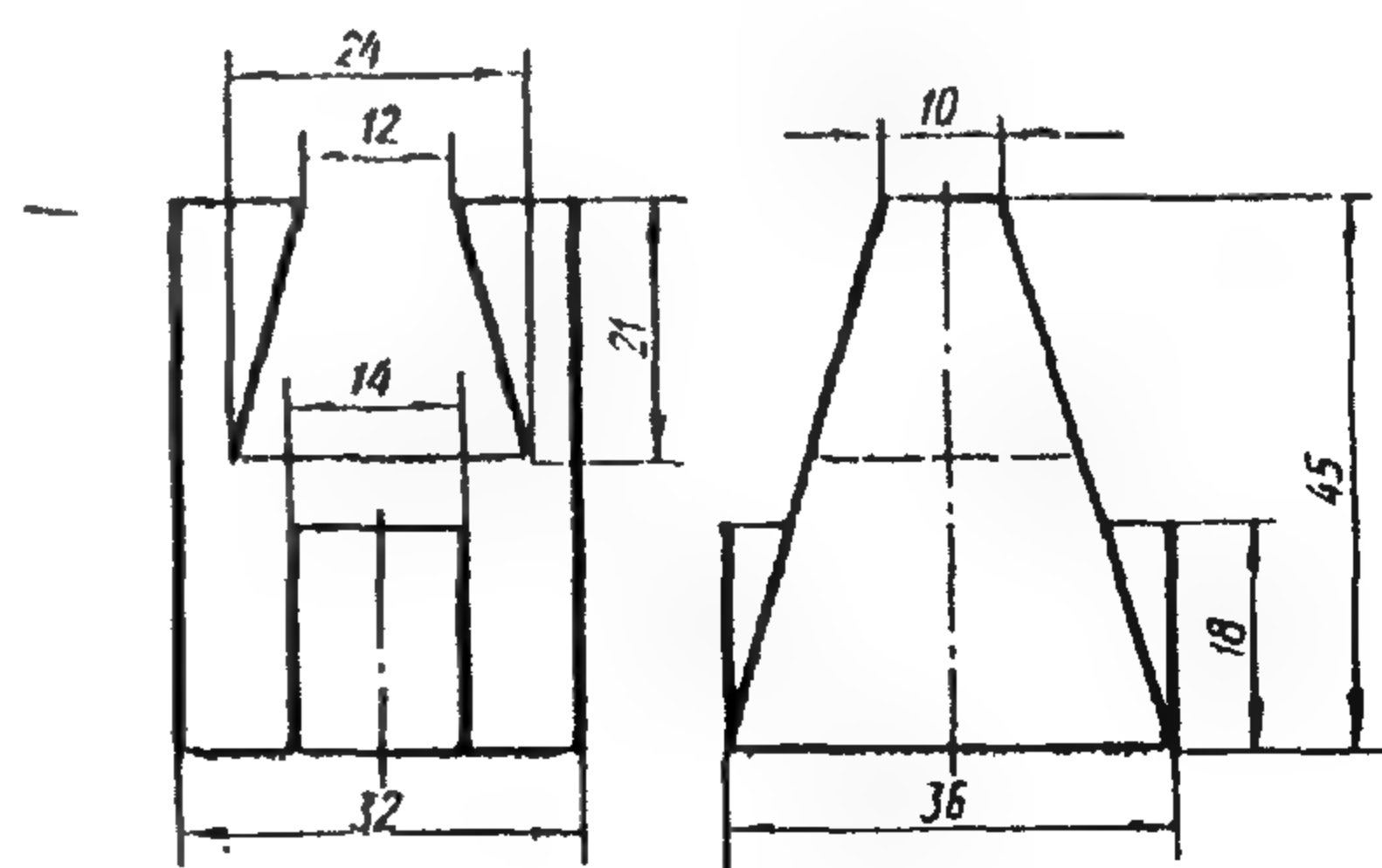
16



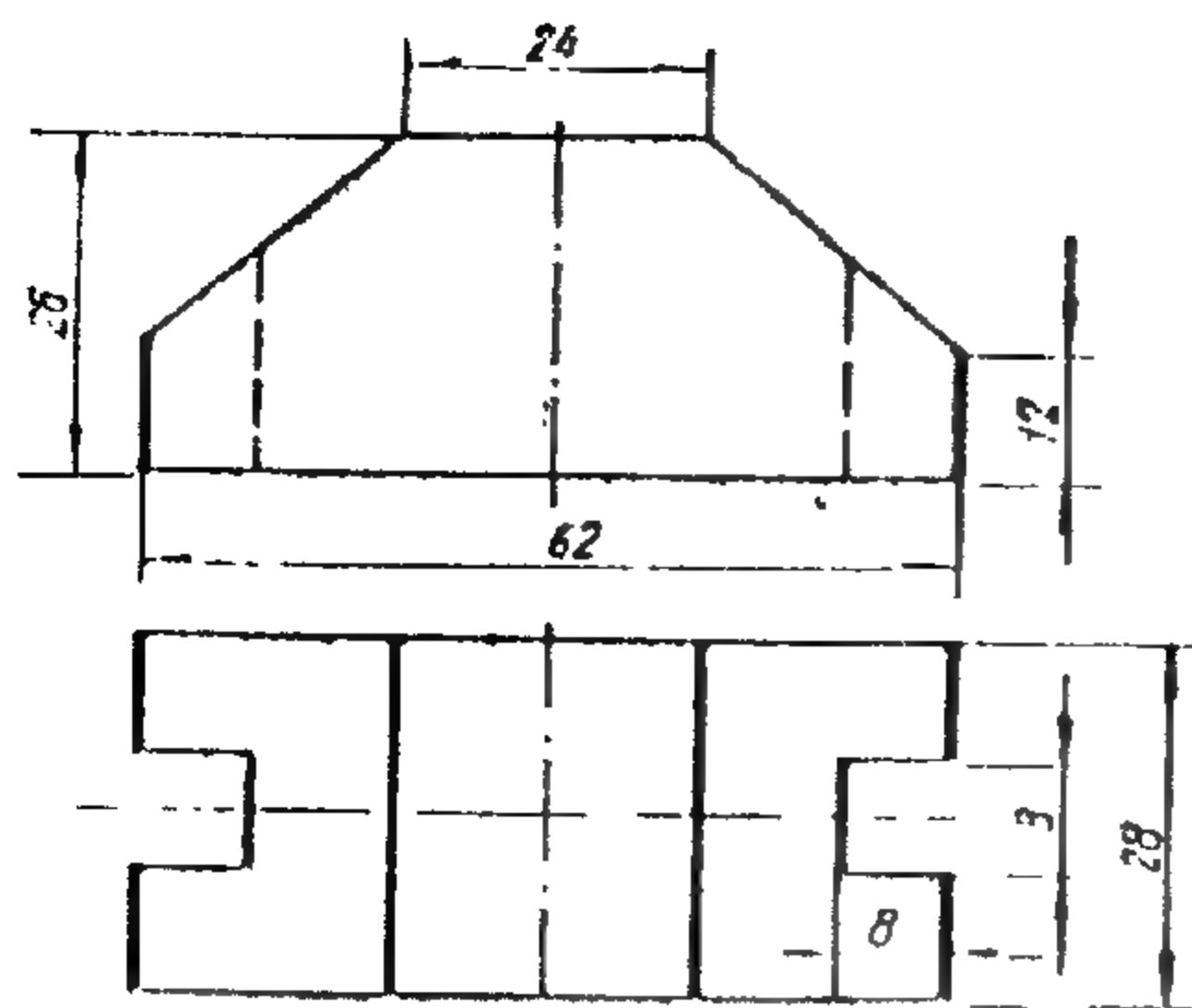
15



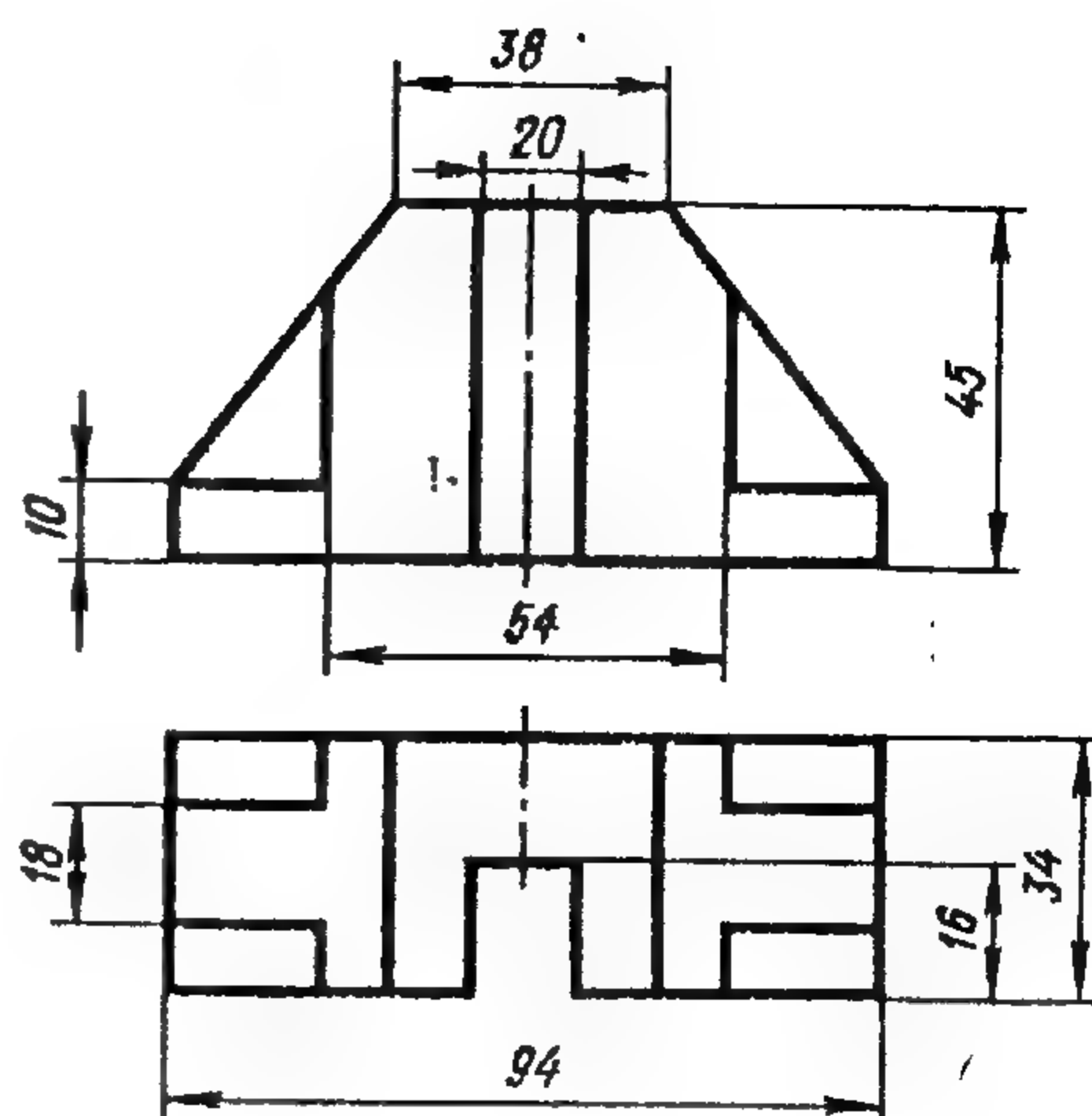
18



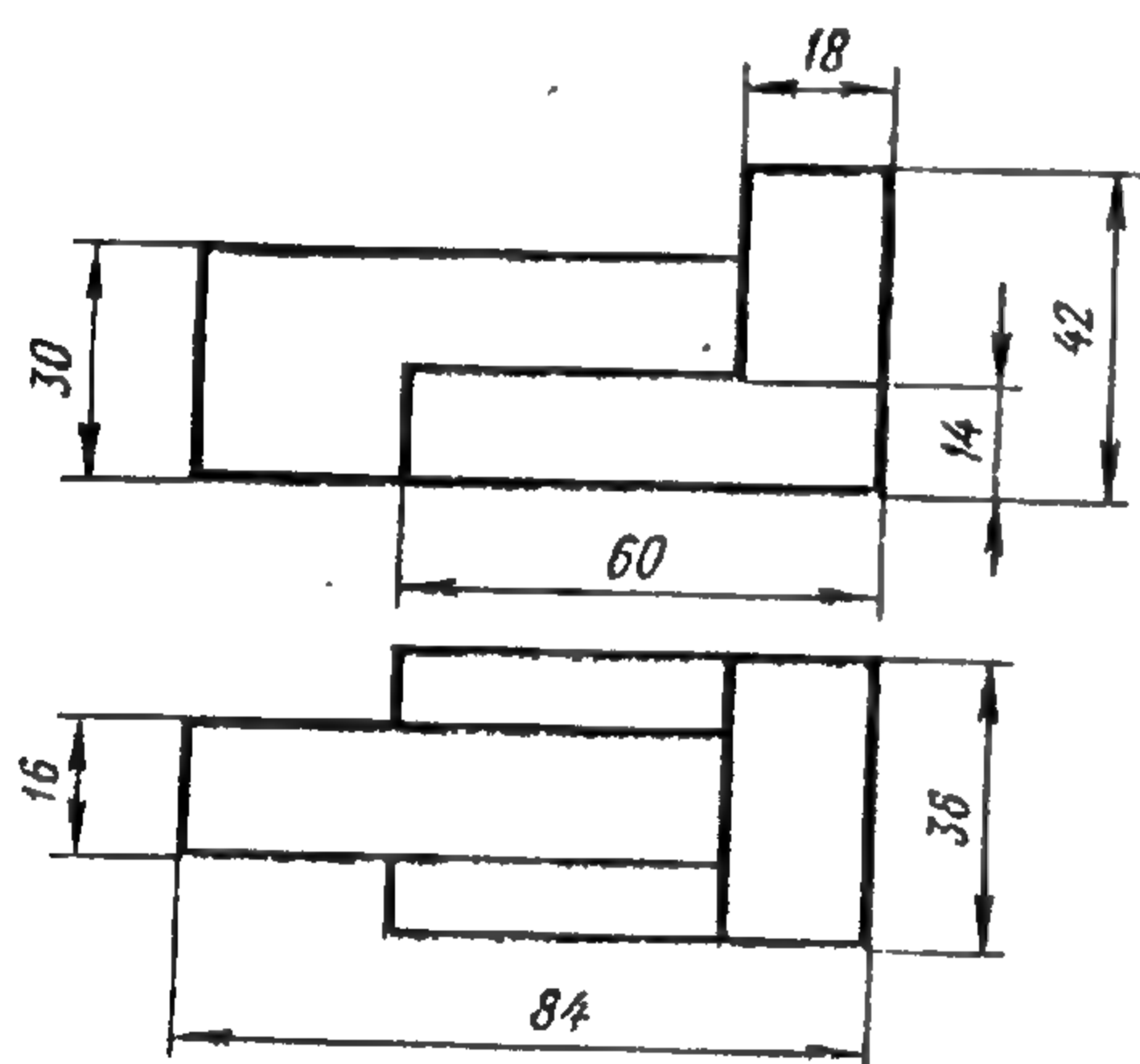
17



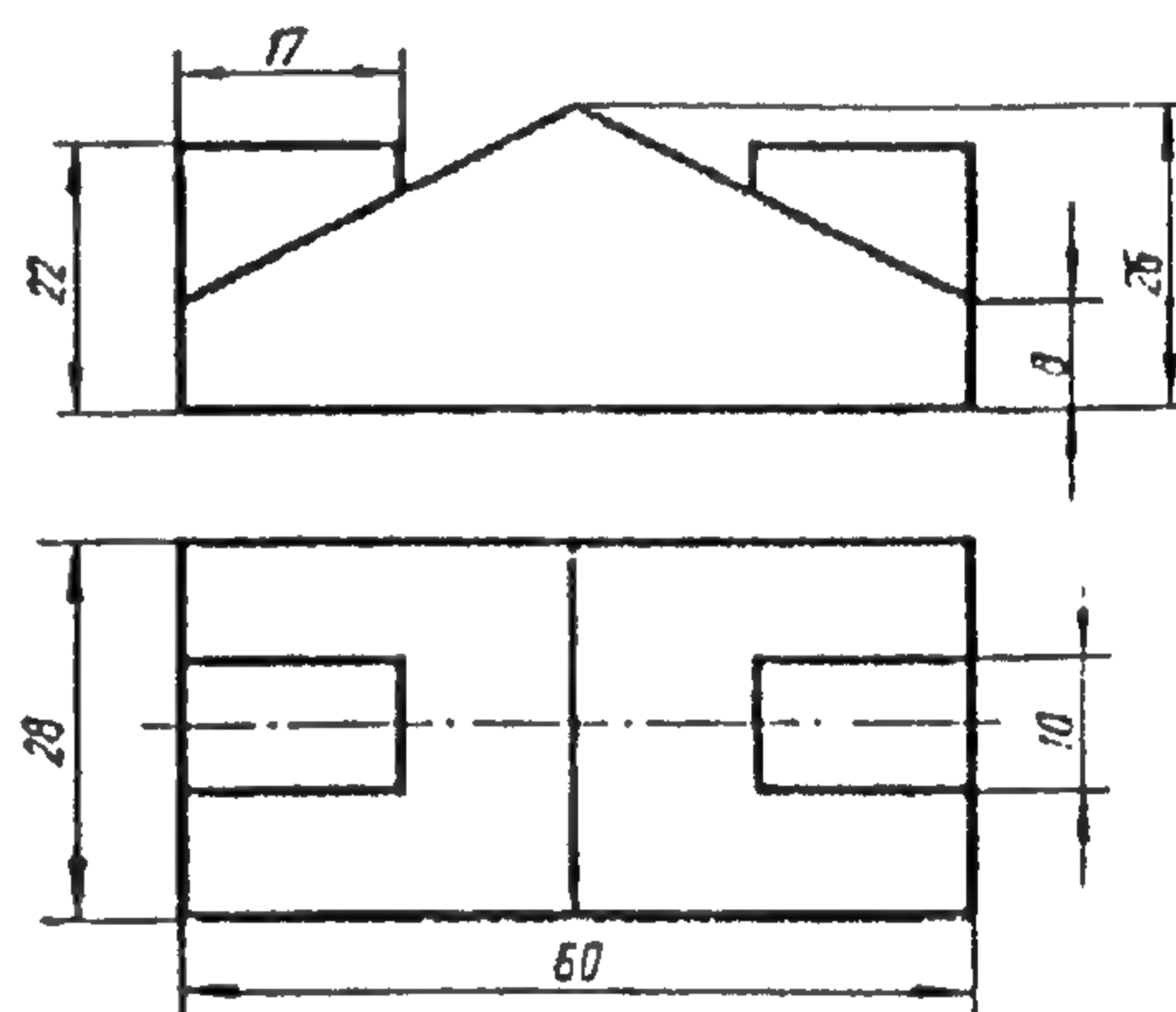
20



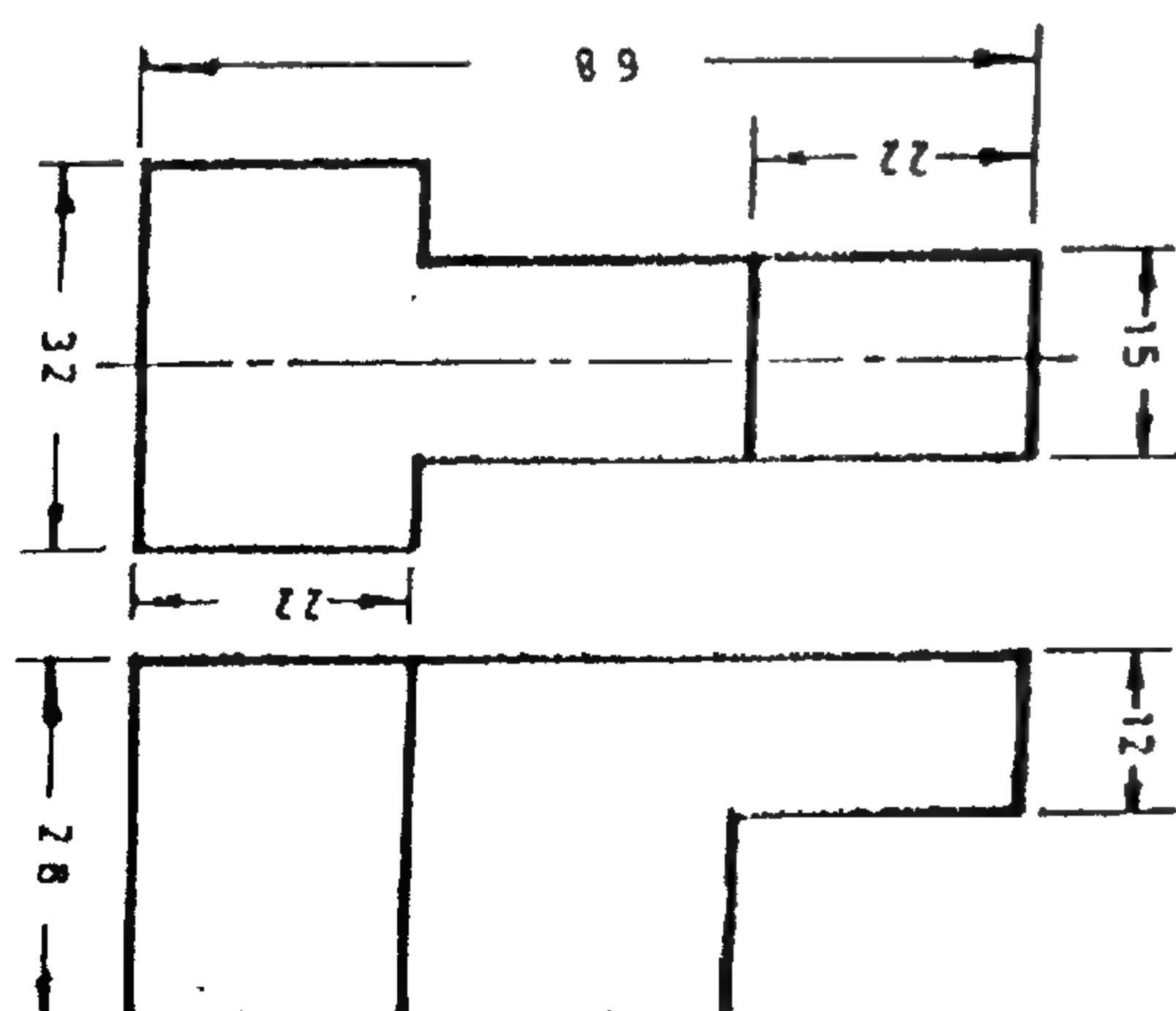
19



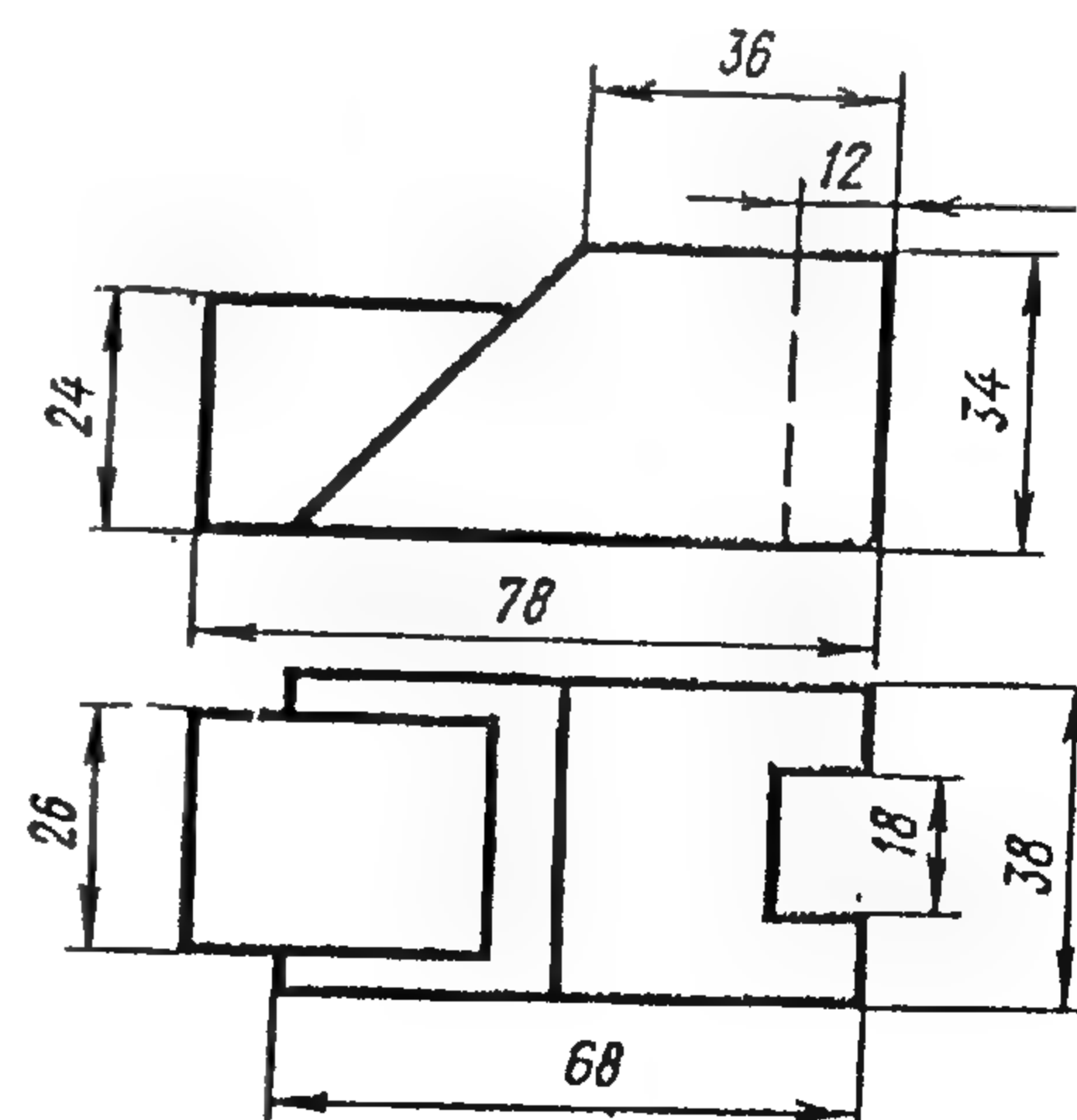
22



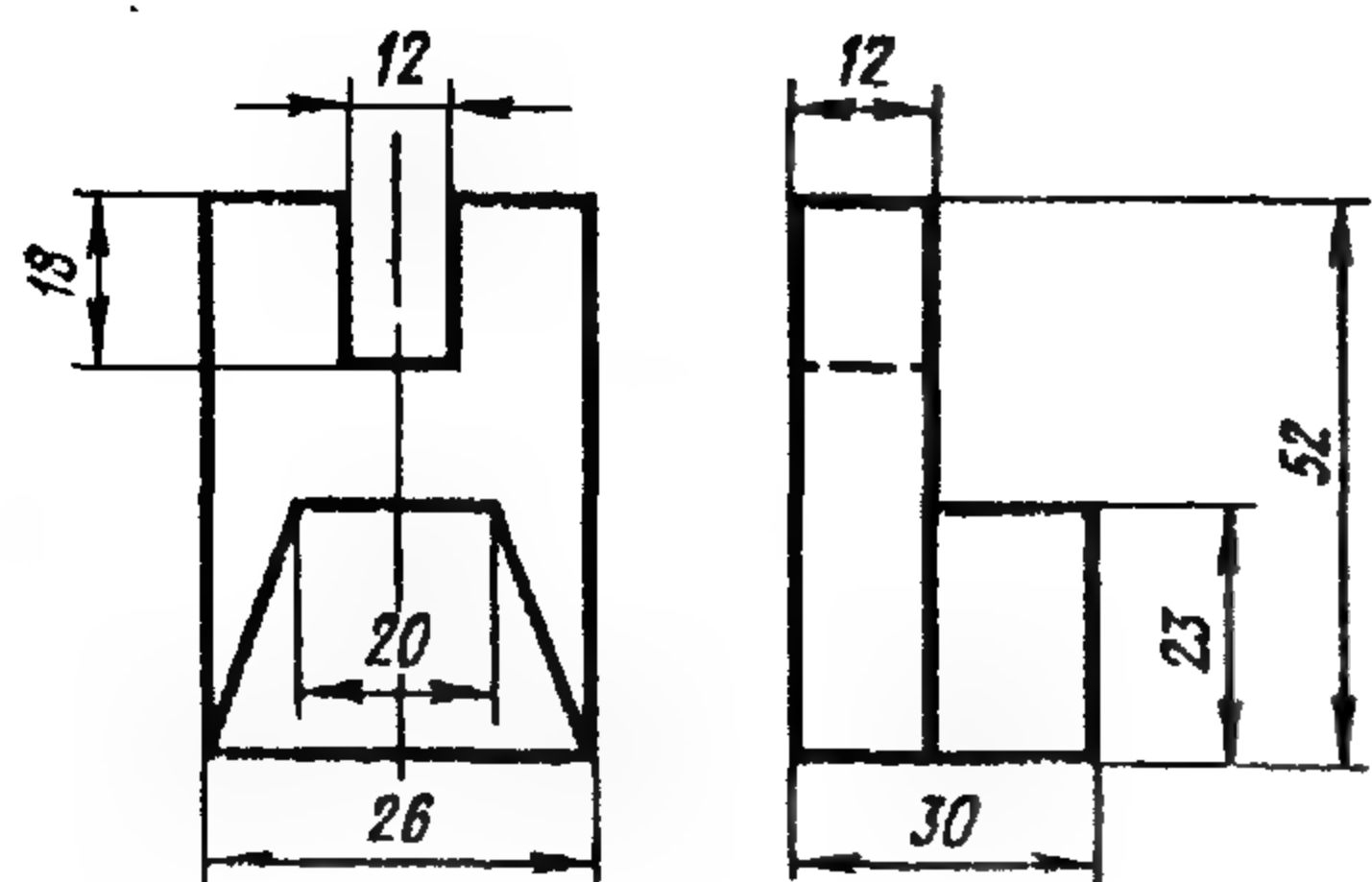
21



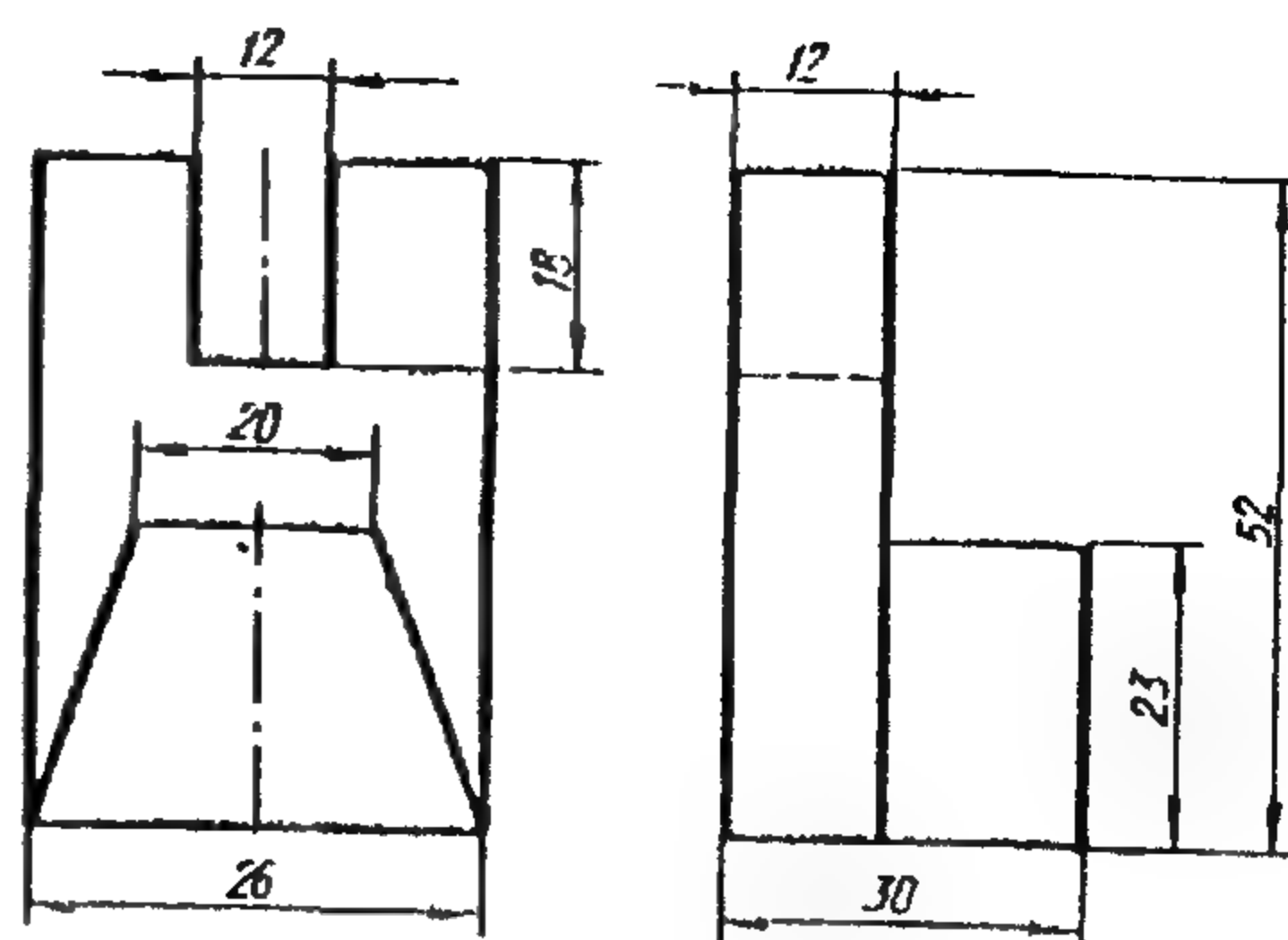
24



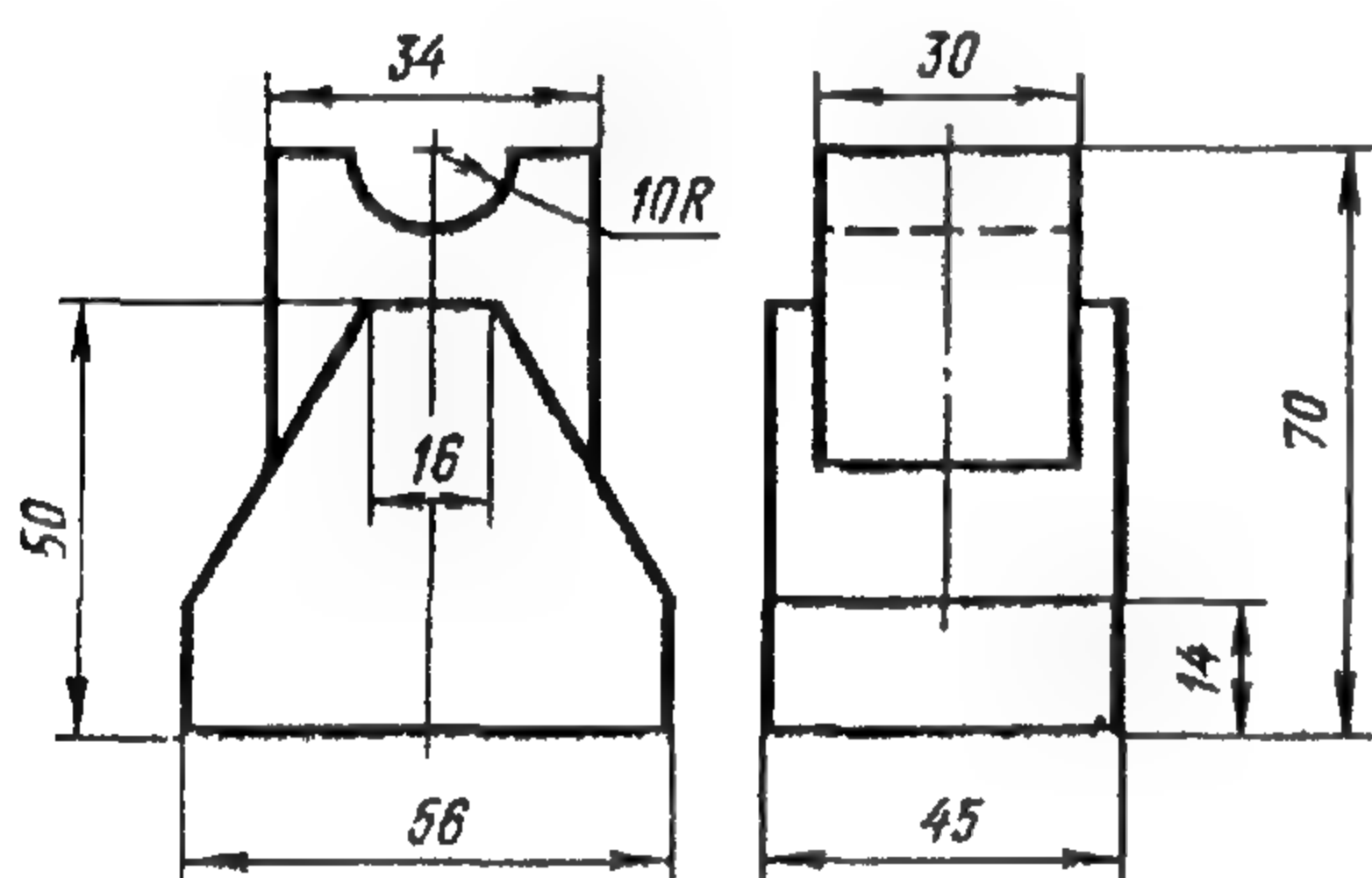
23



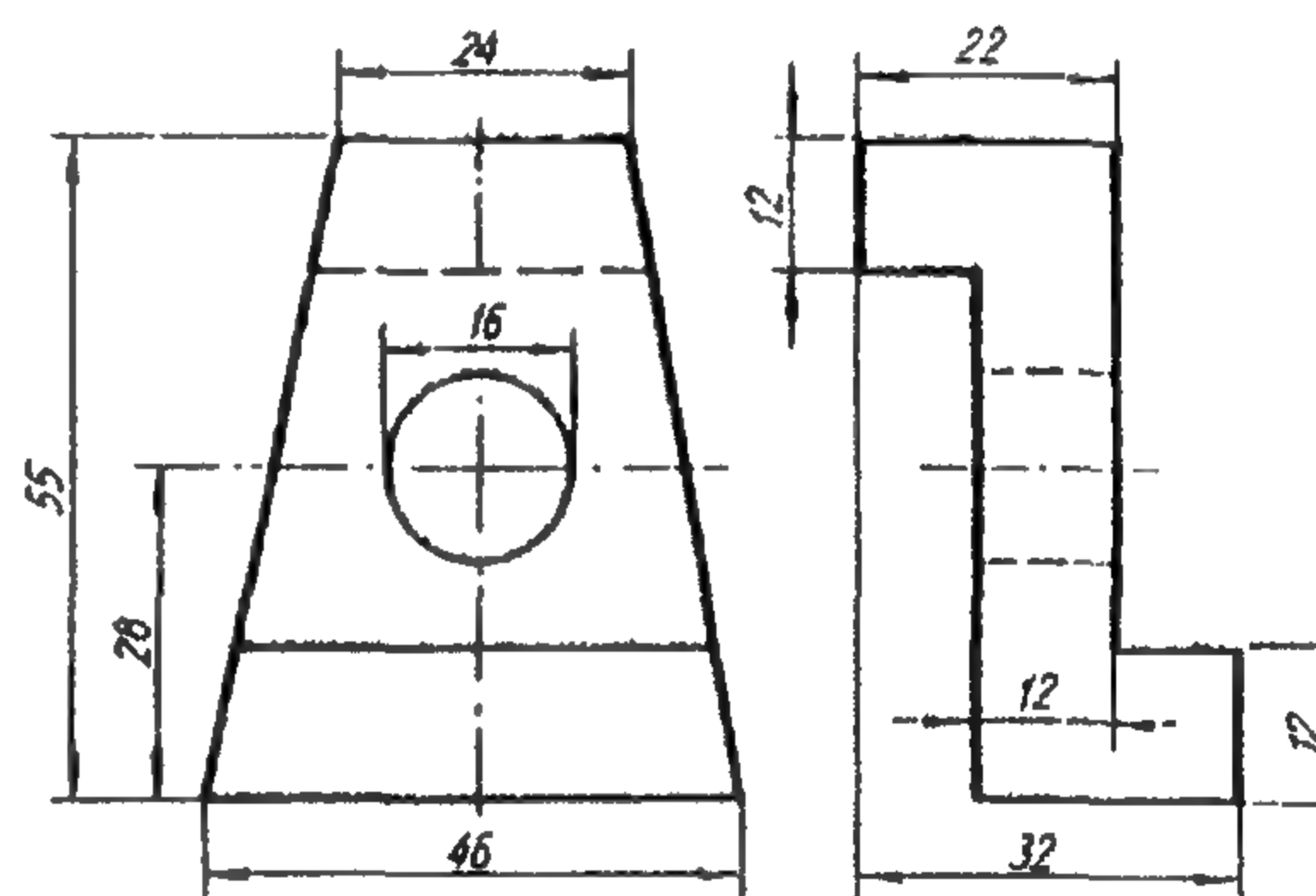
26



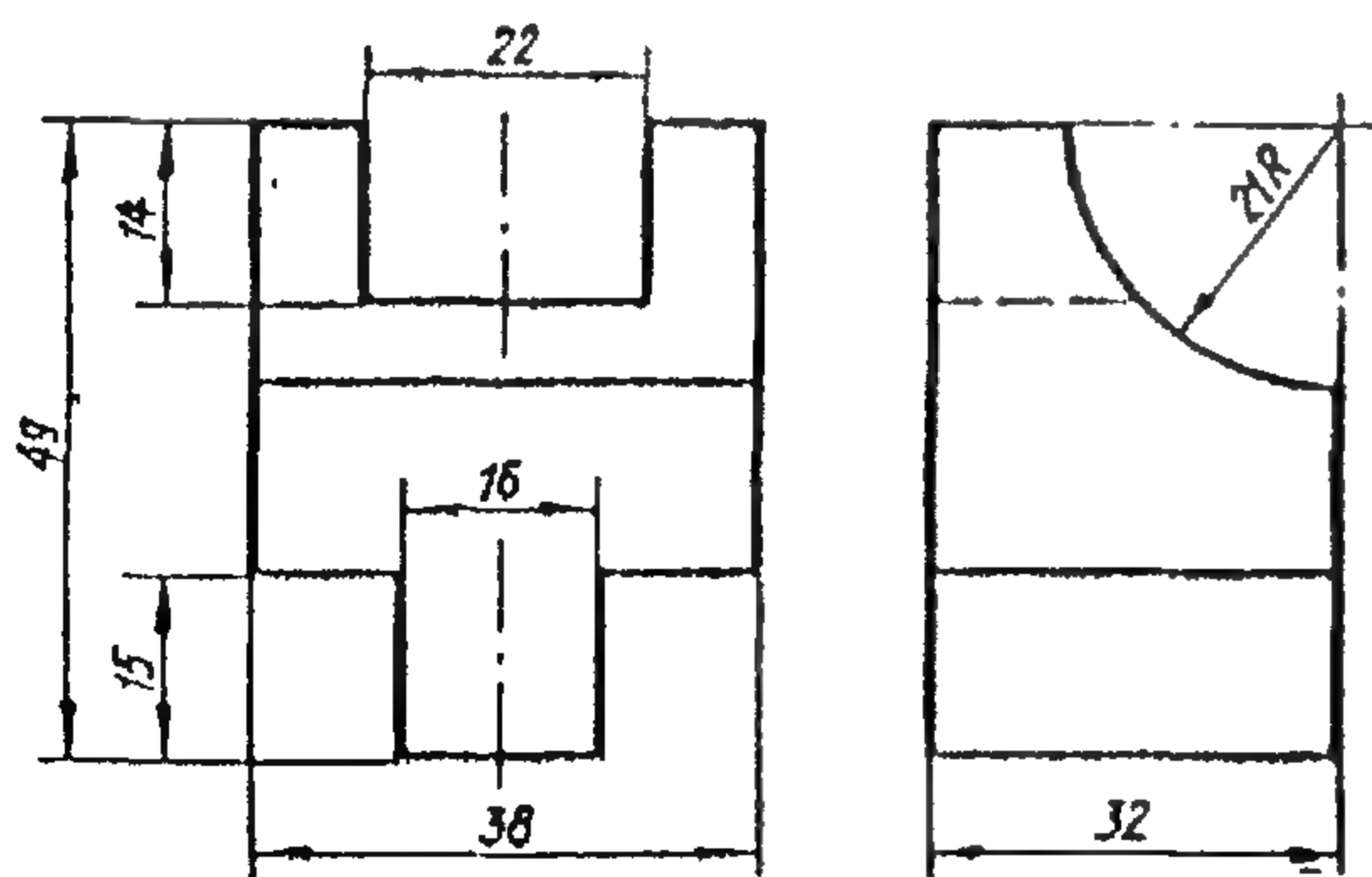
25



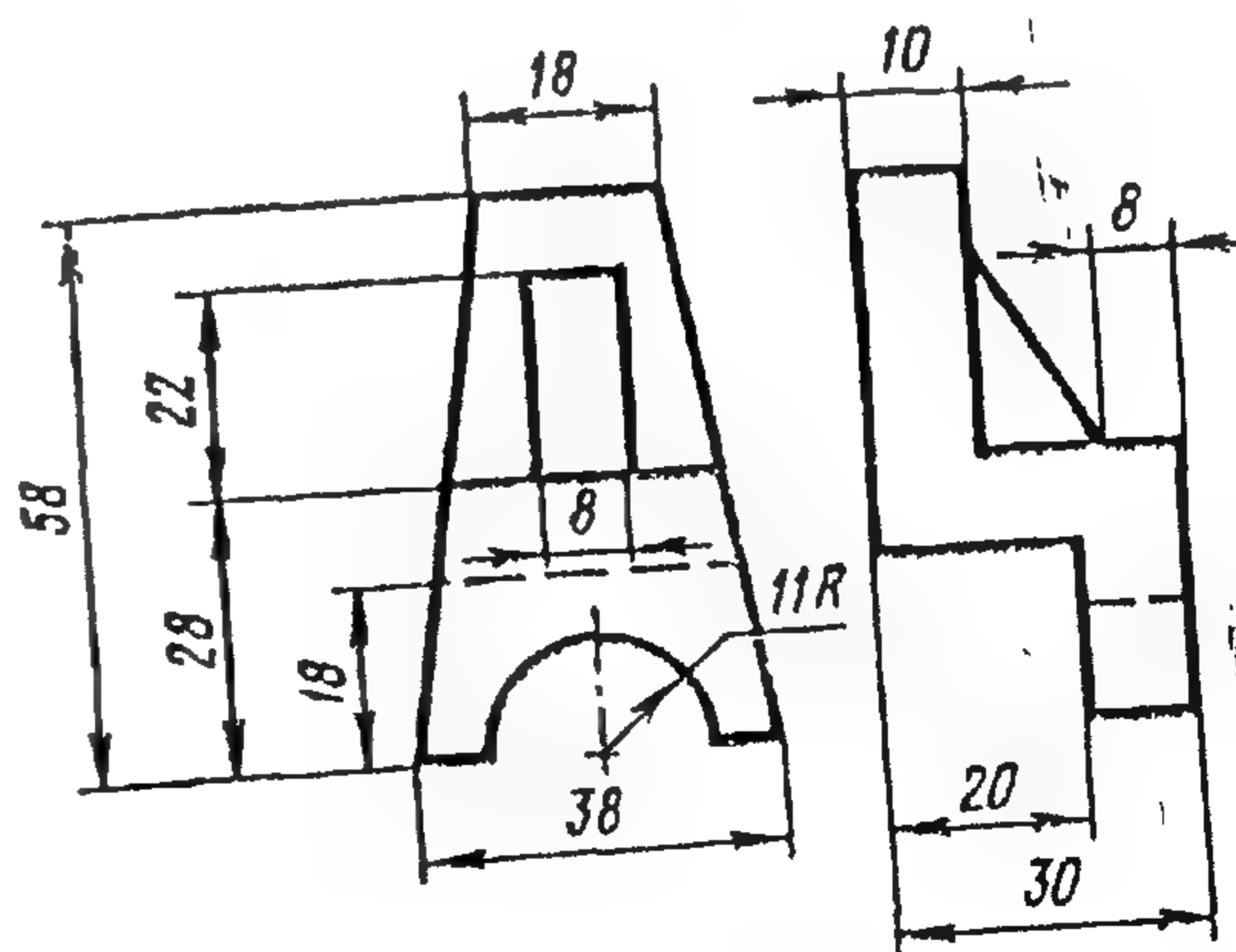
28



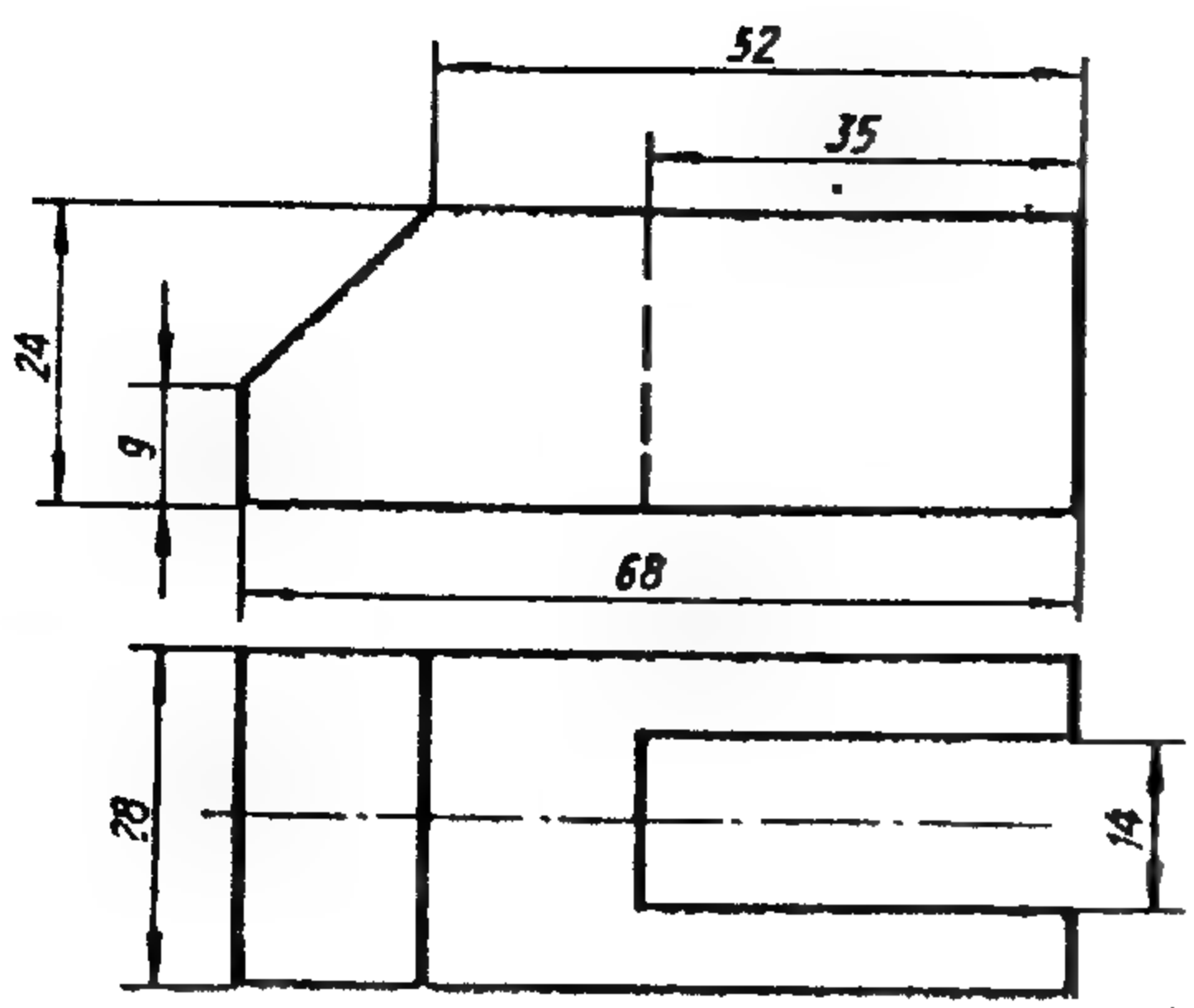
27



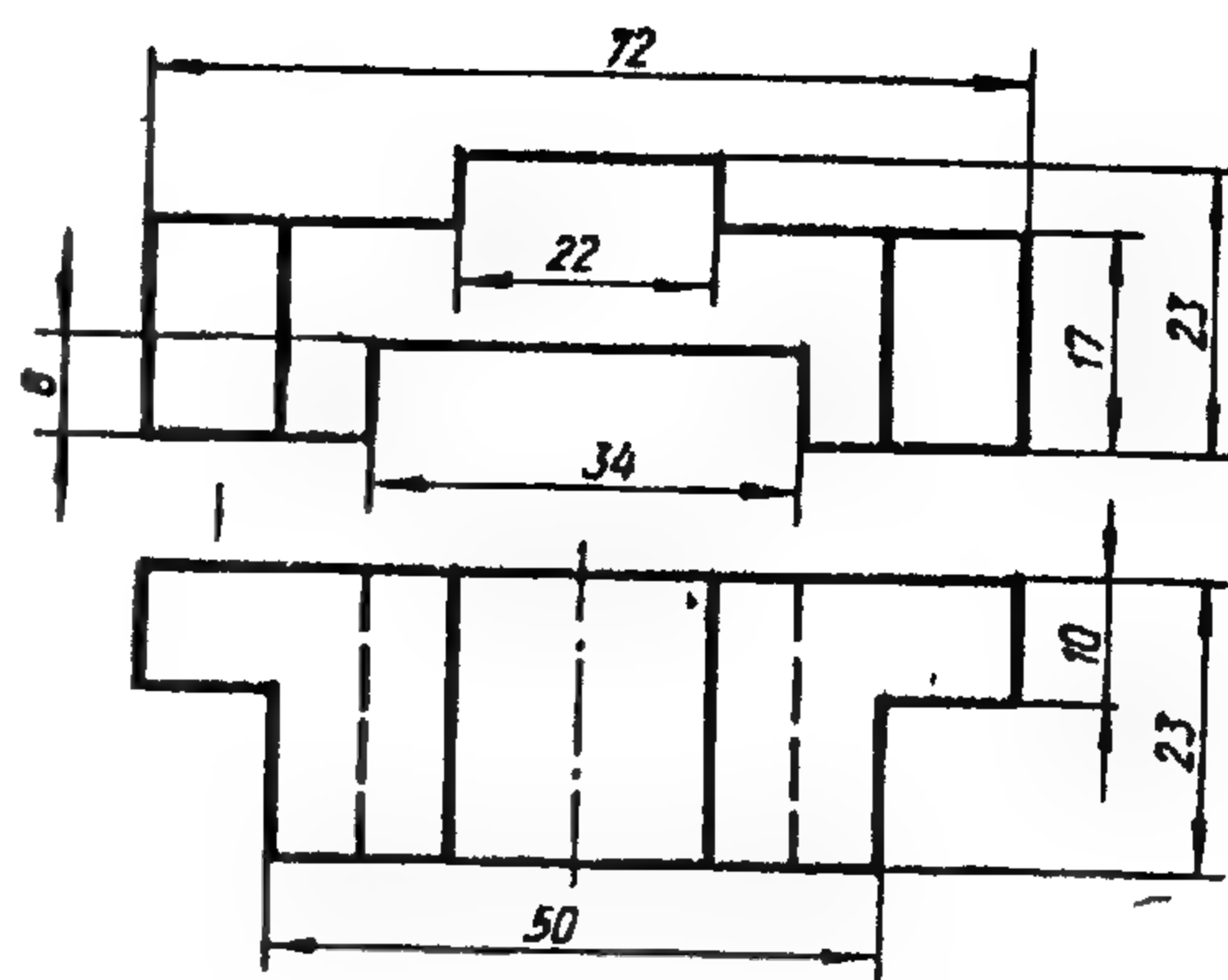
30



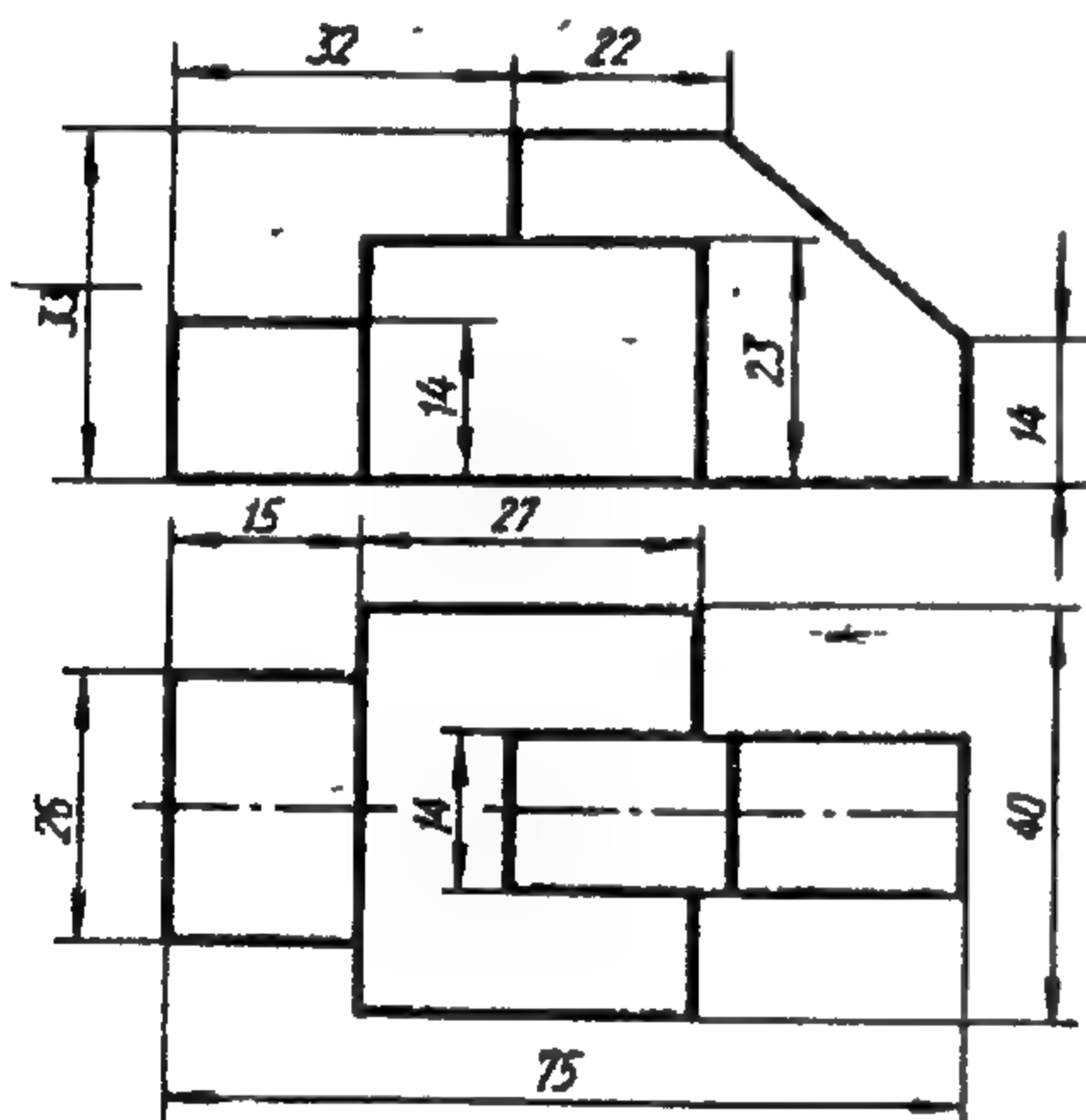
29



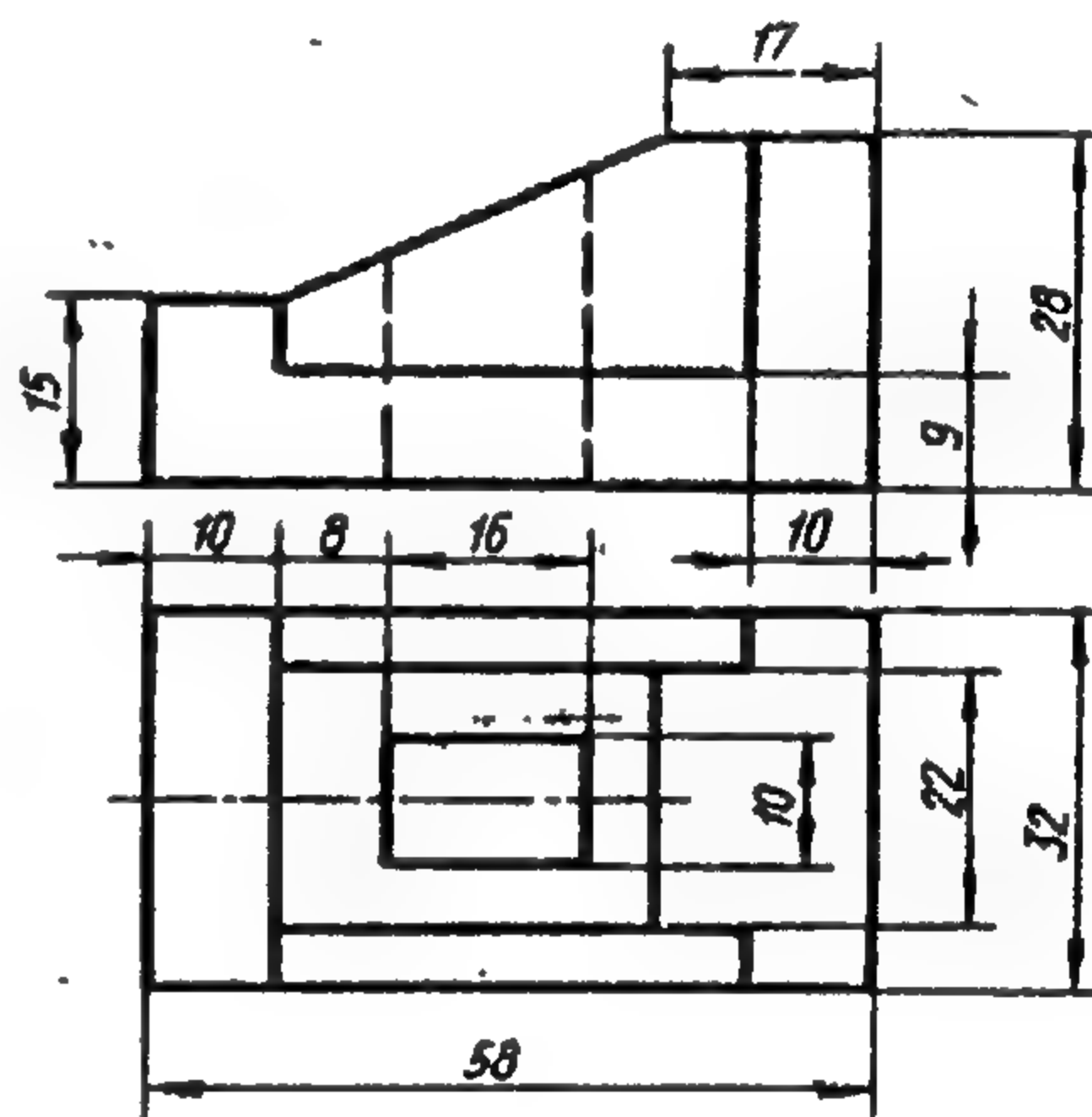
32



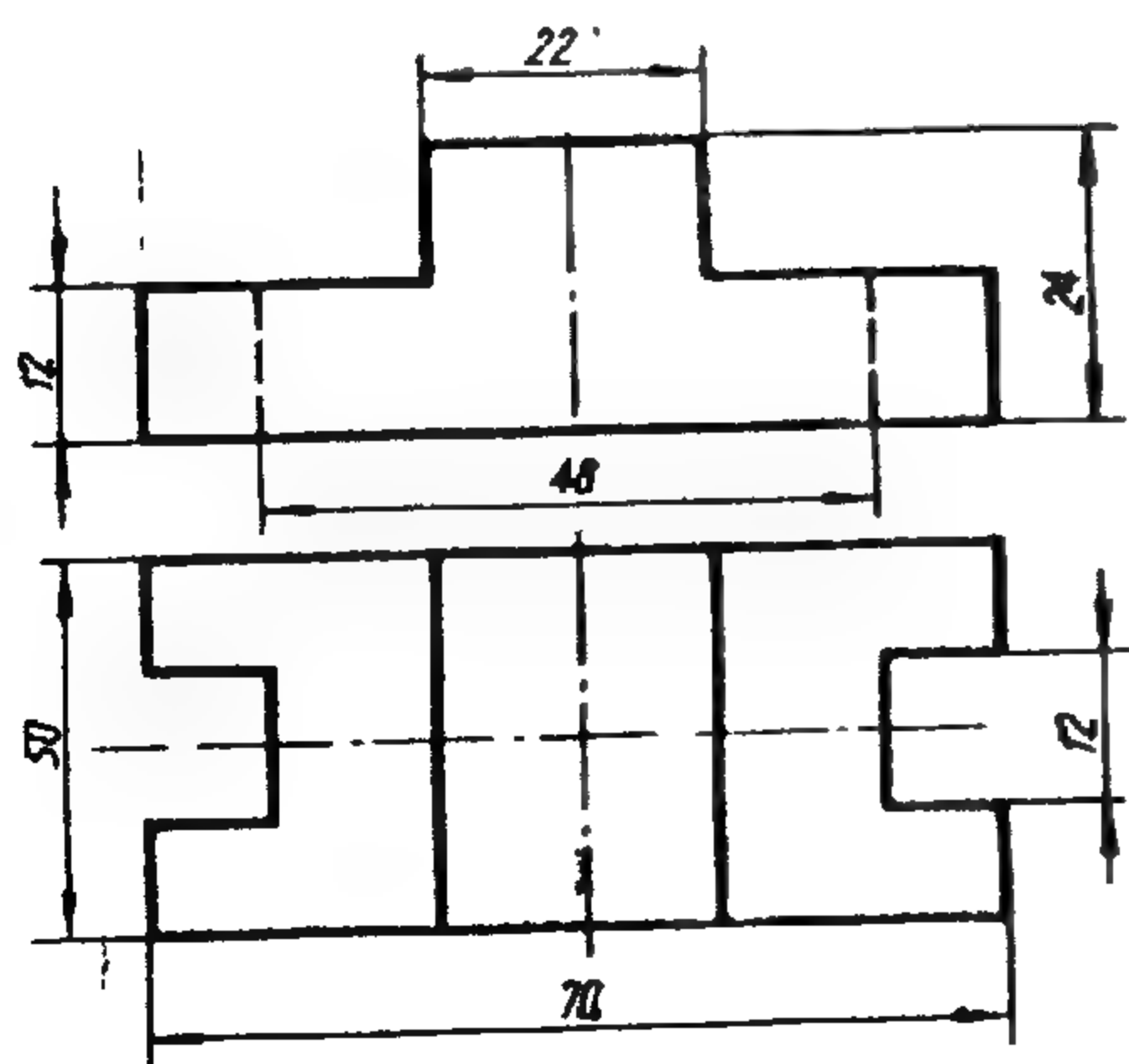
31



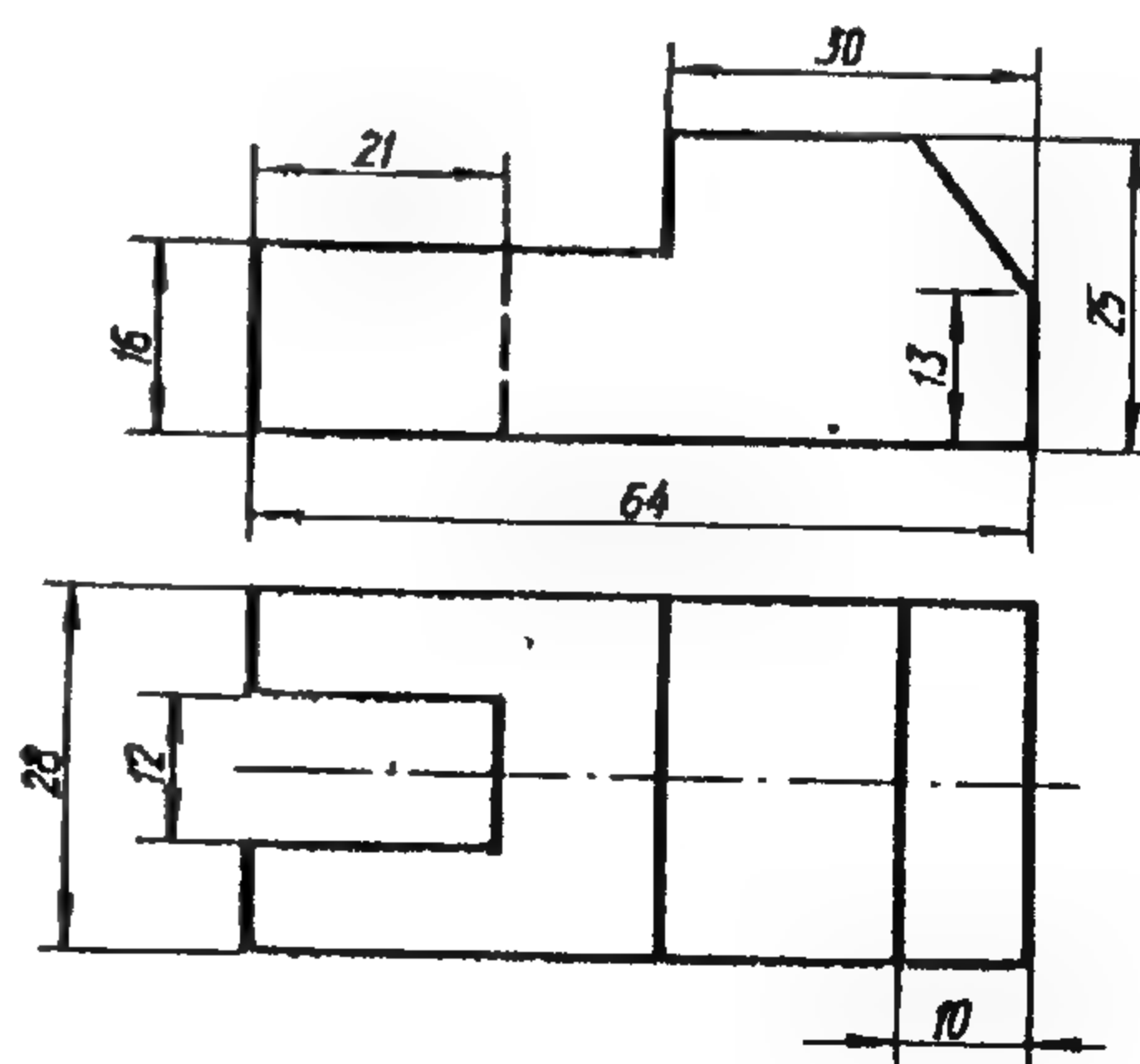
34



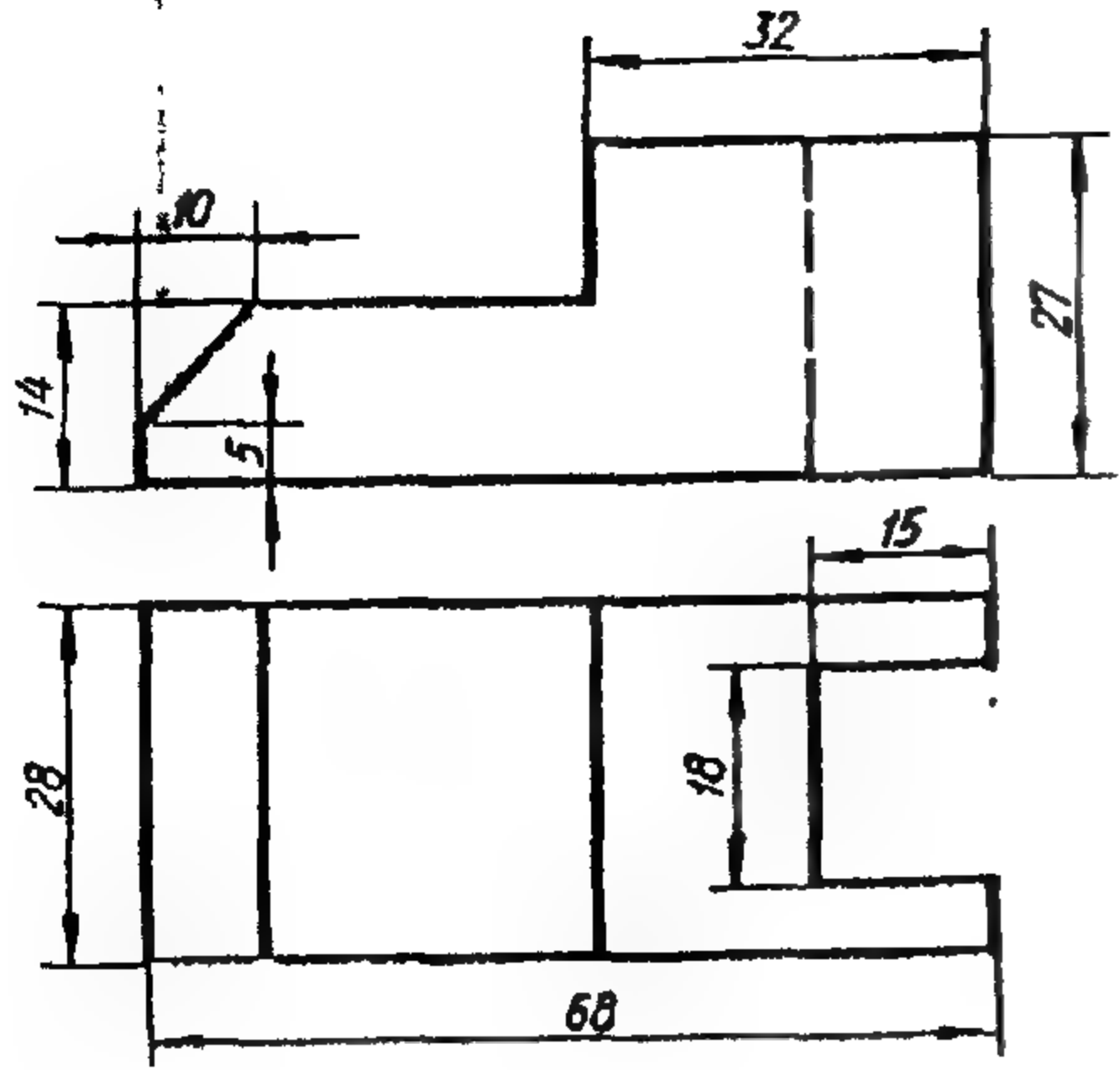
33



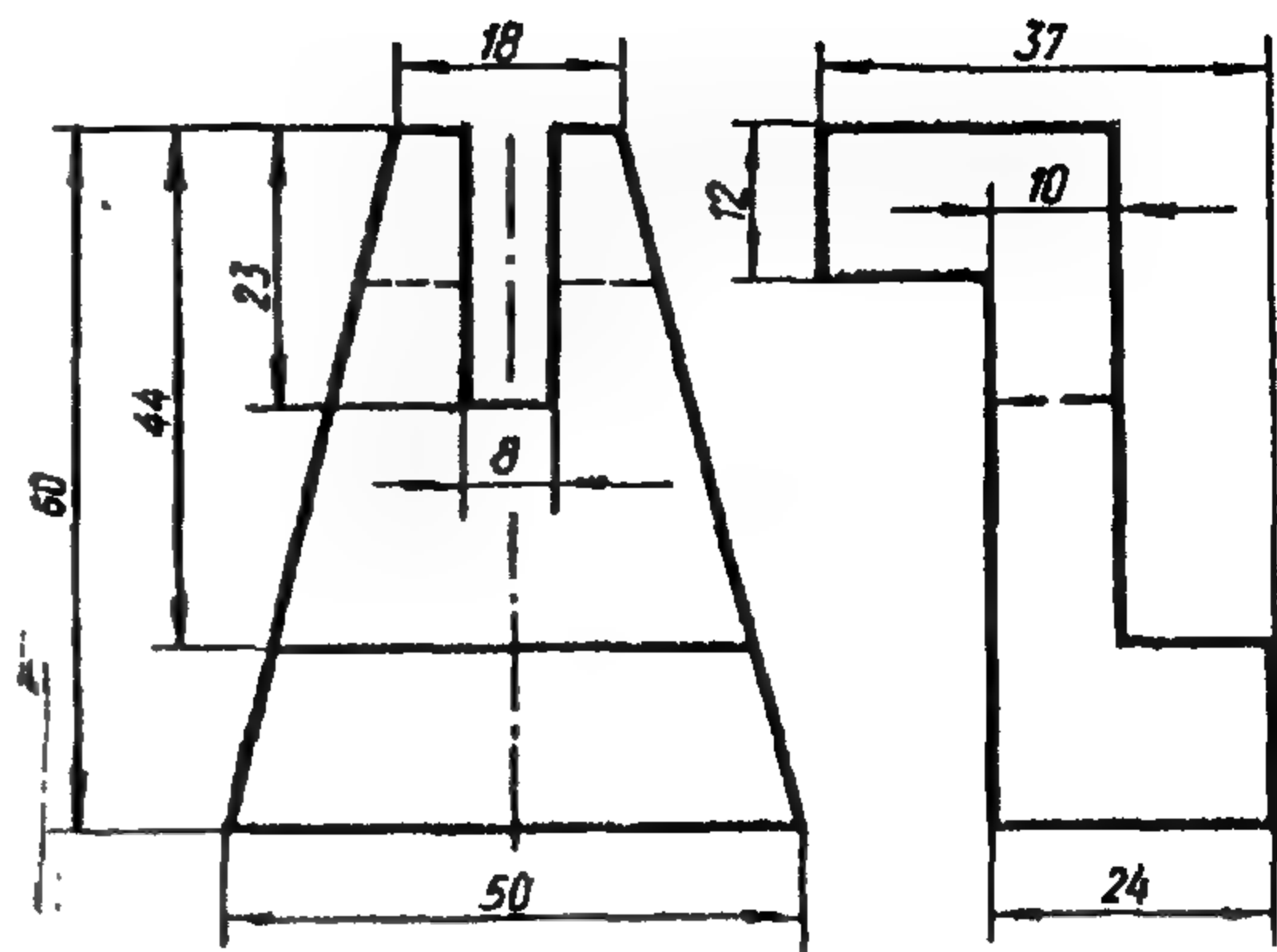
36



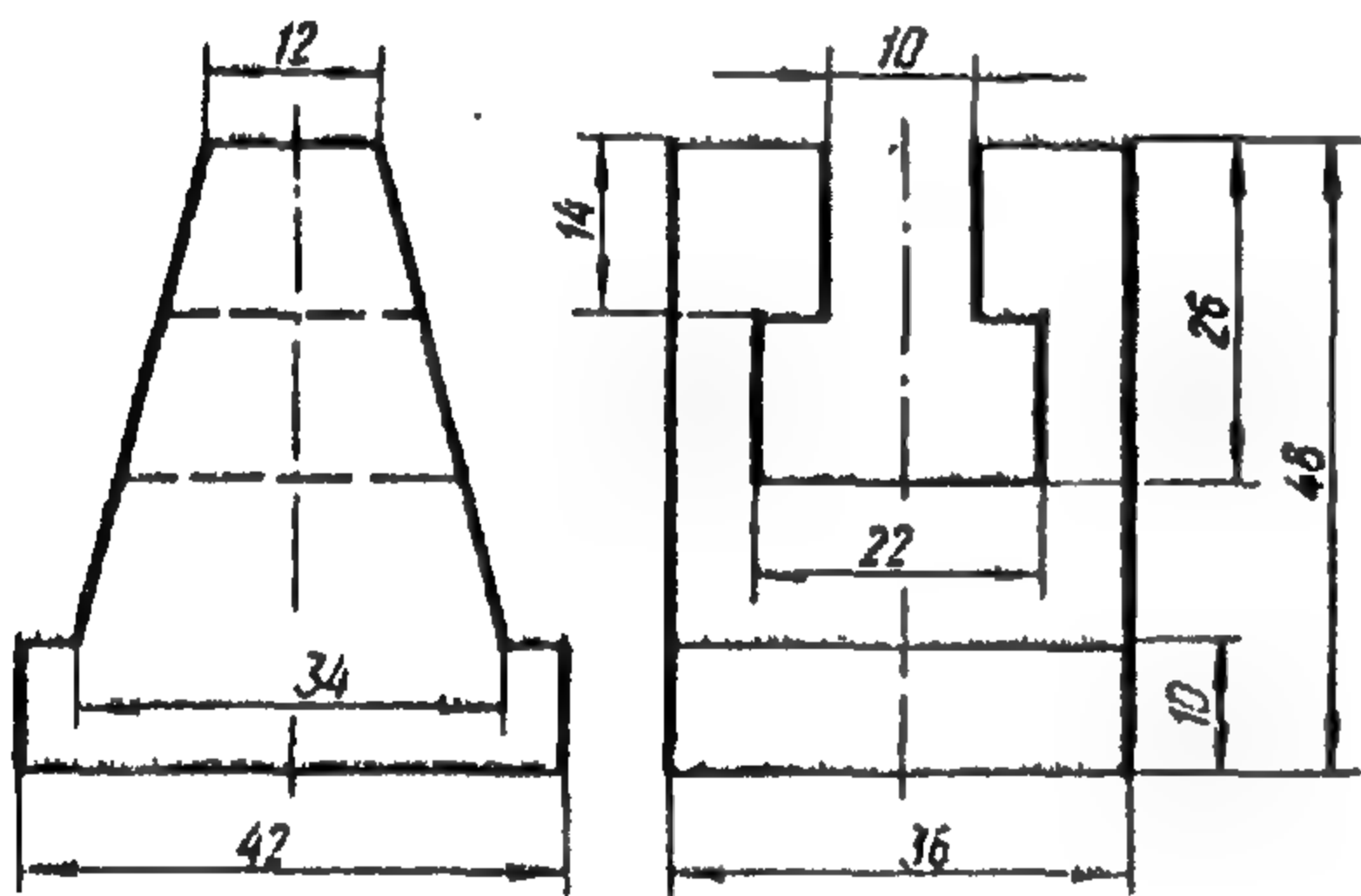
35



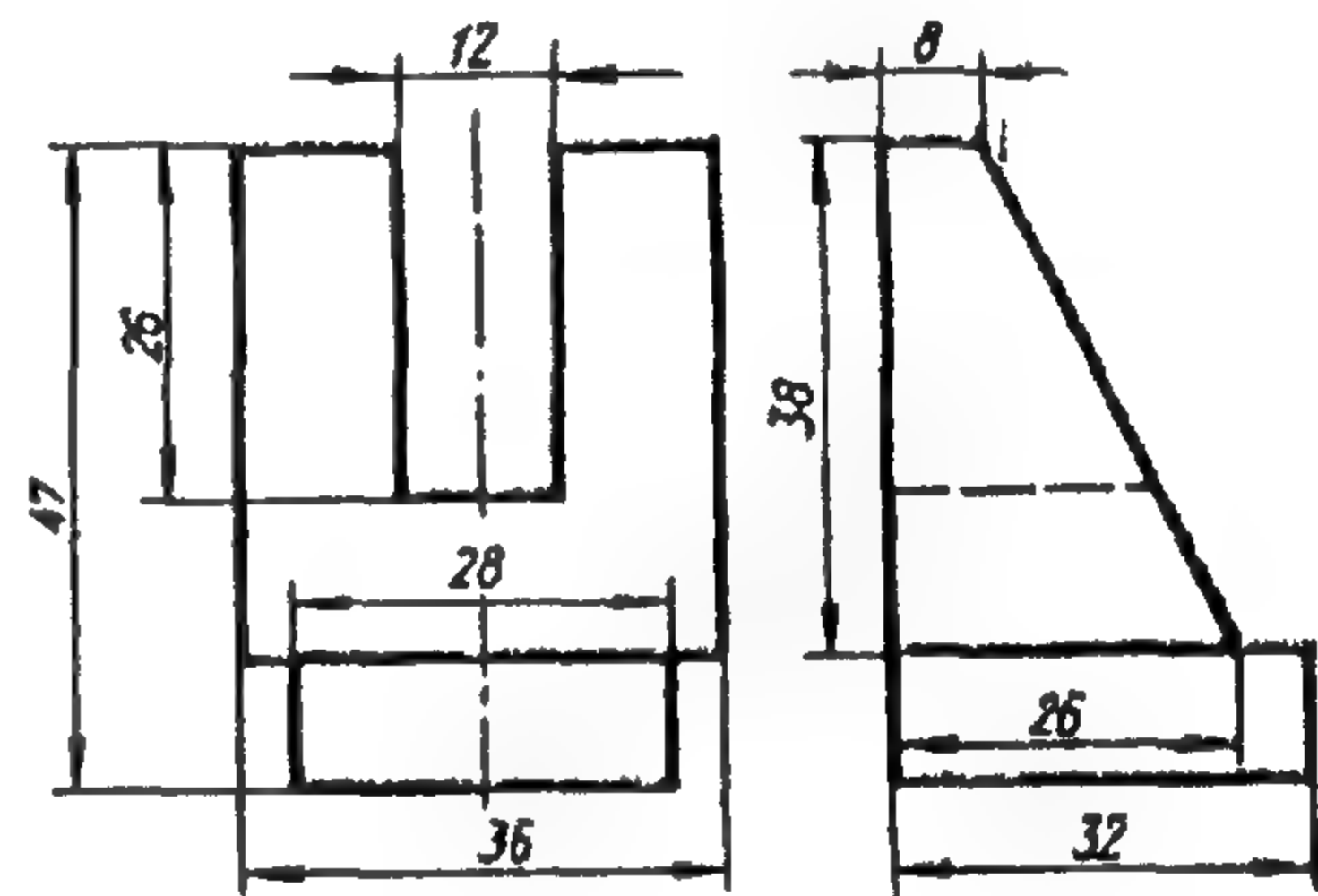
38



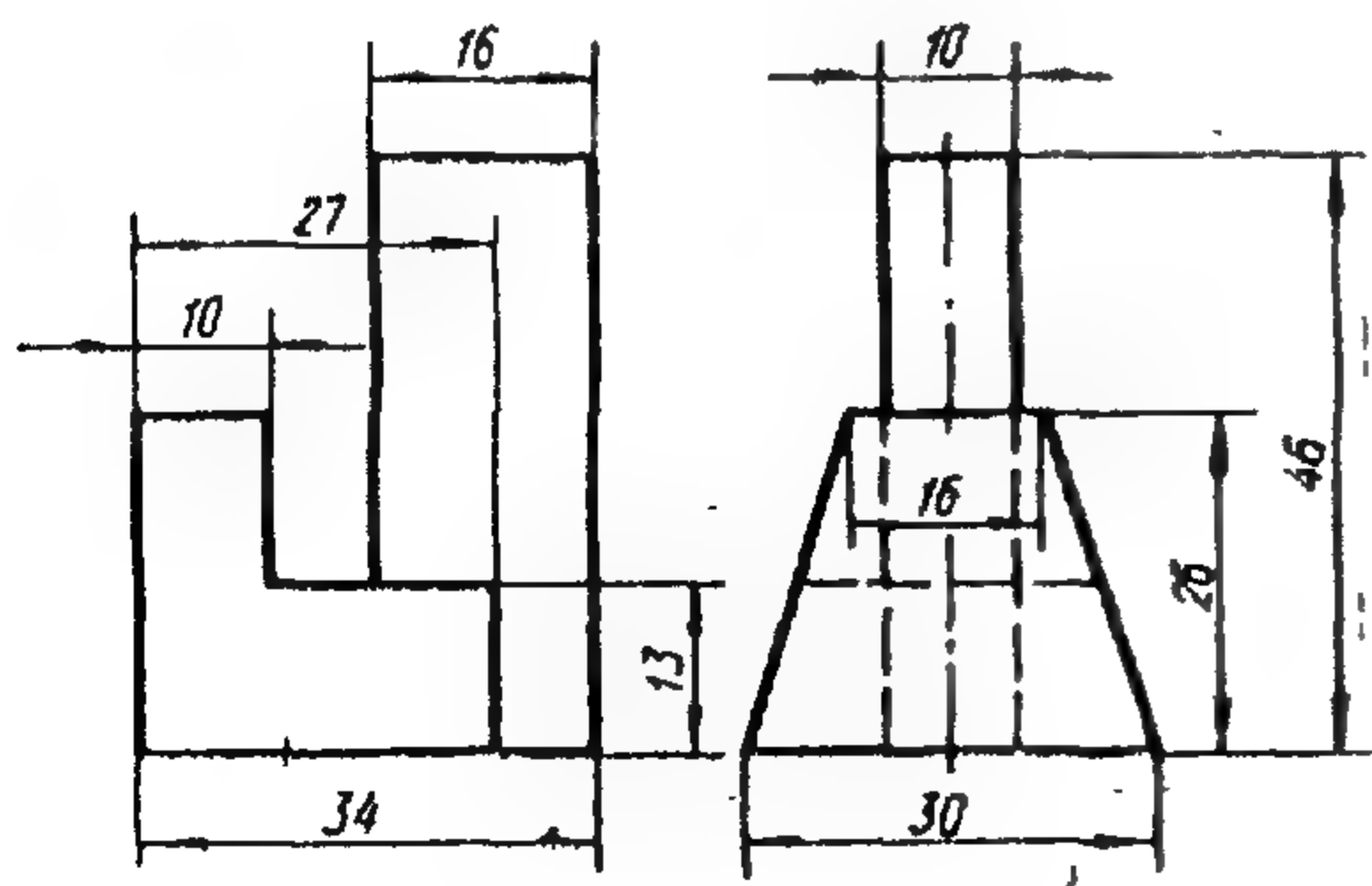
37



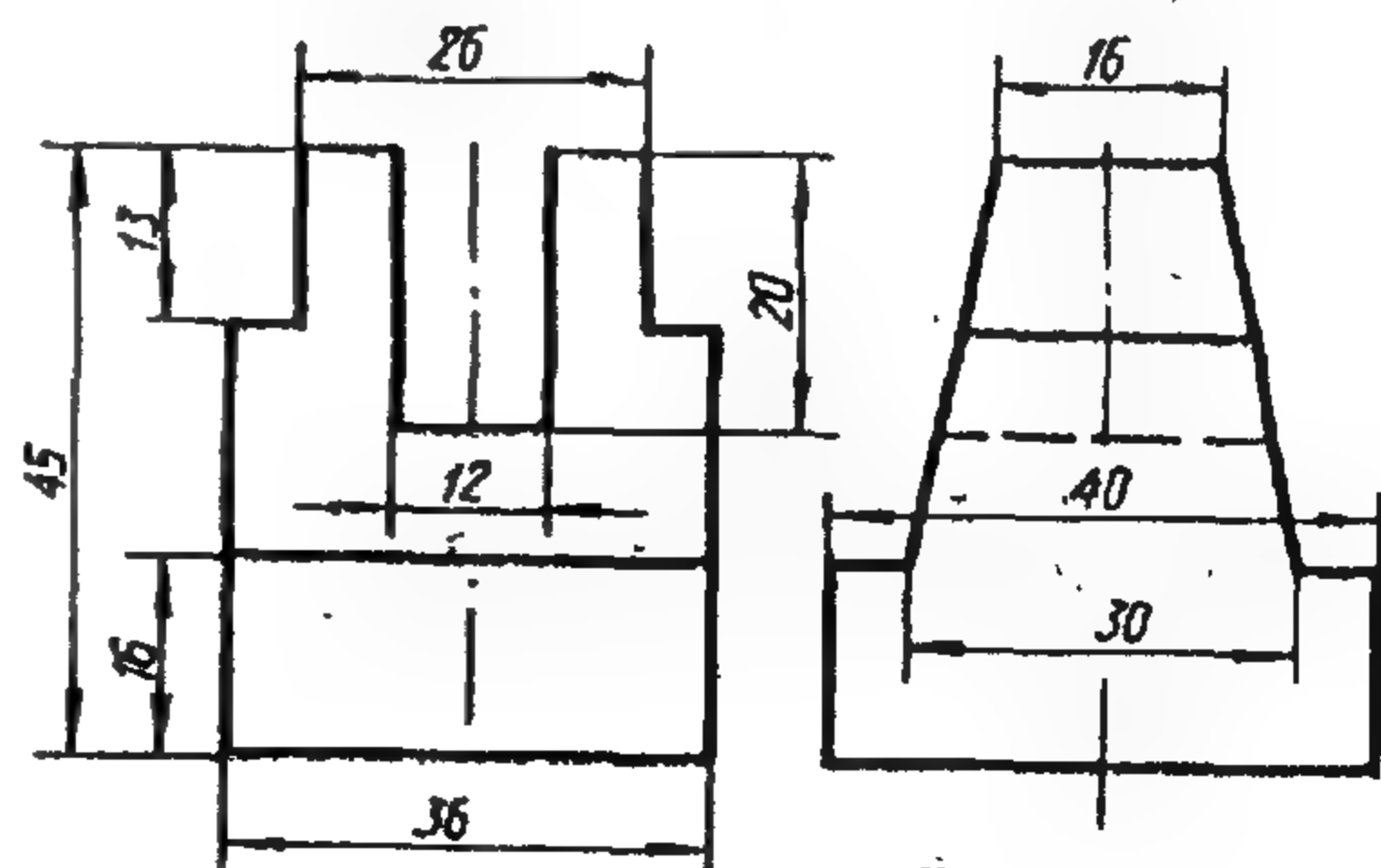
40



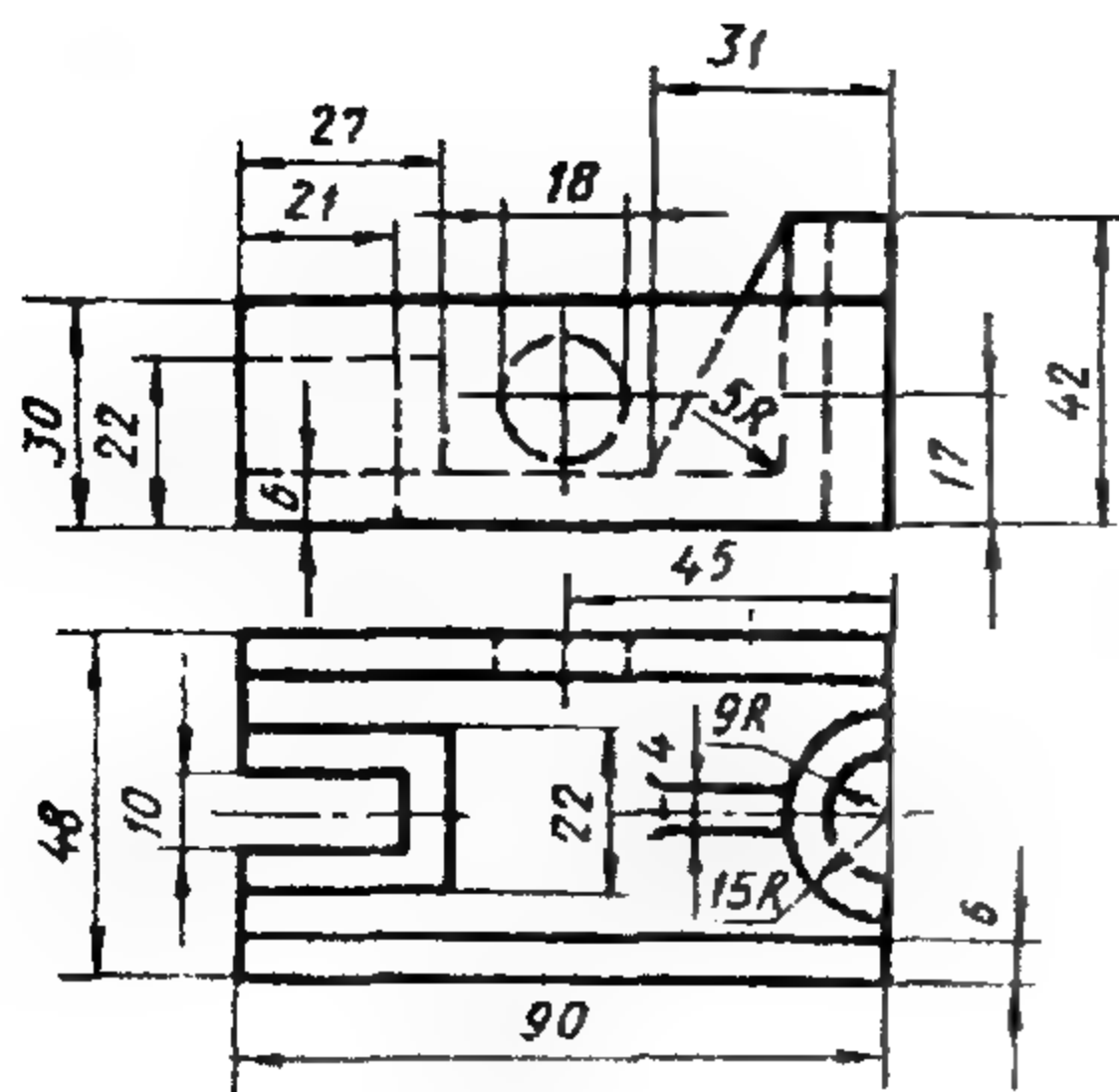
39



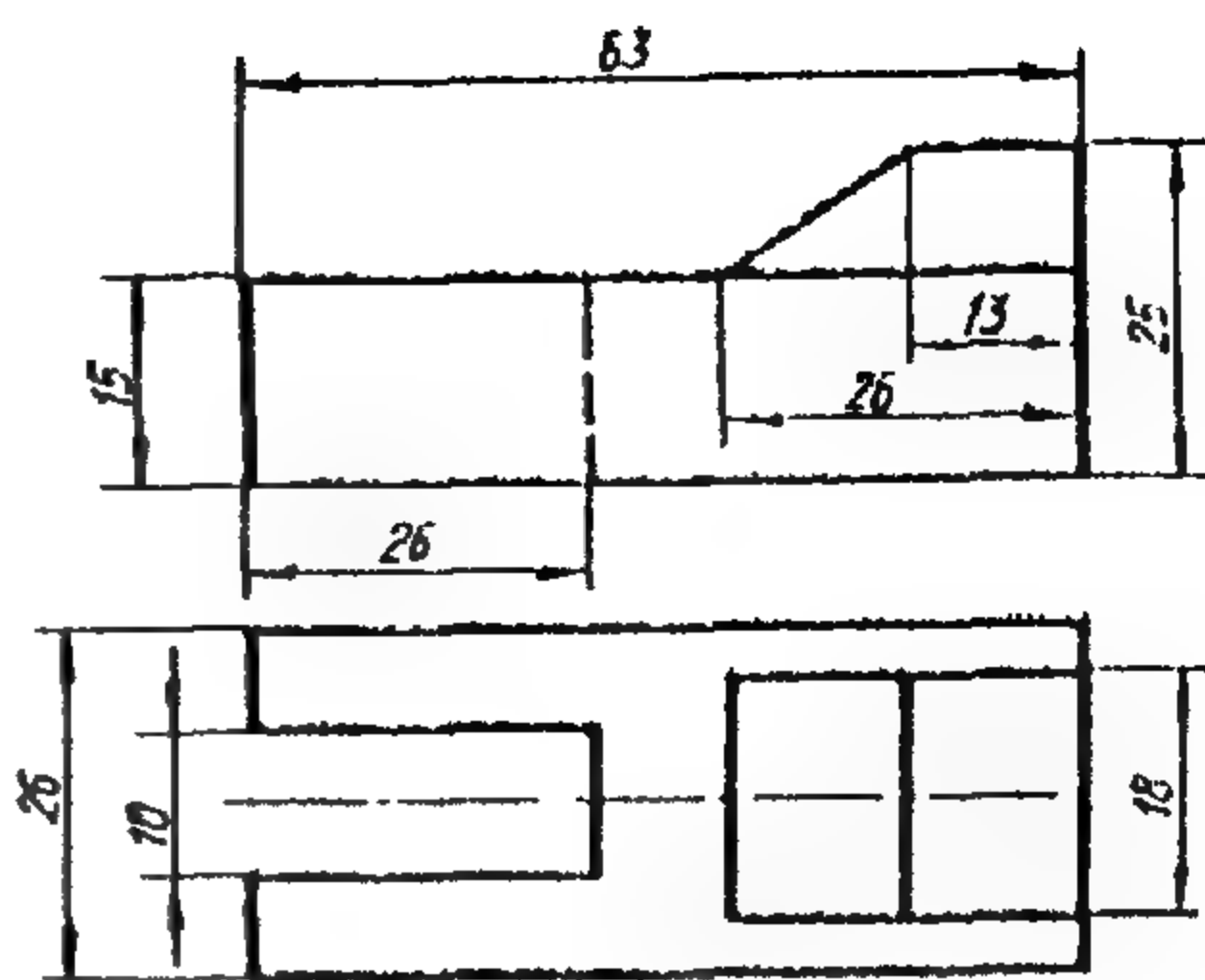
42



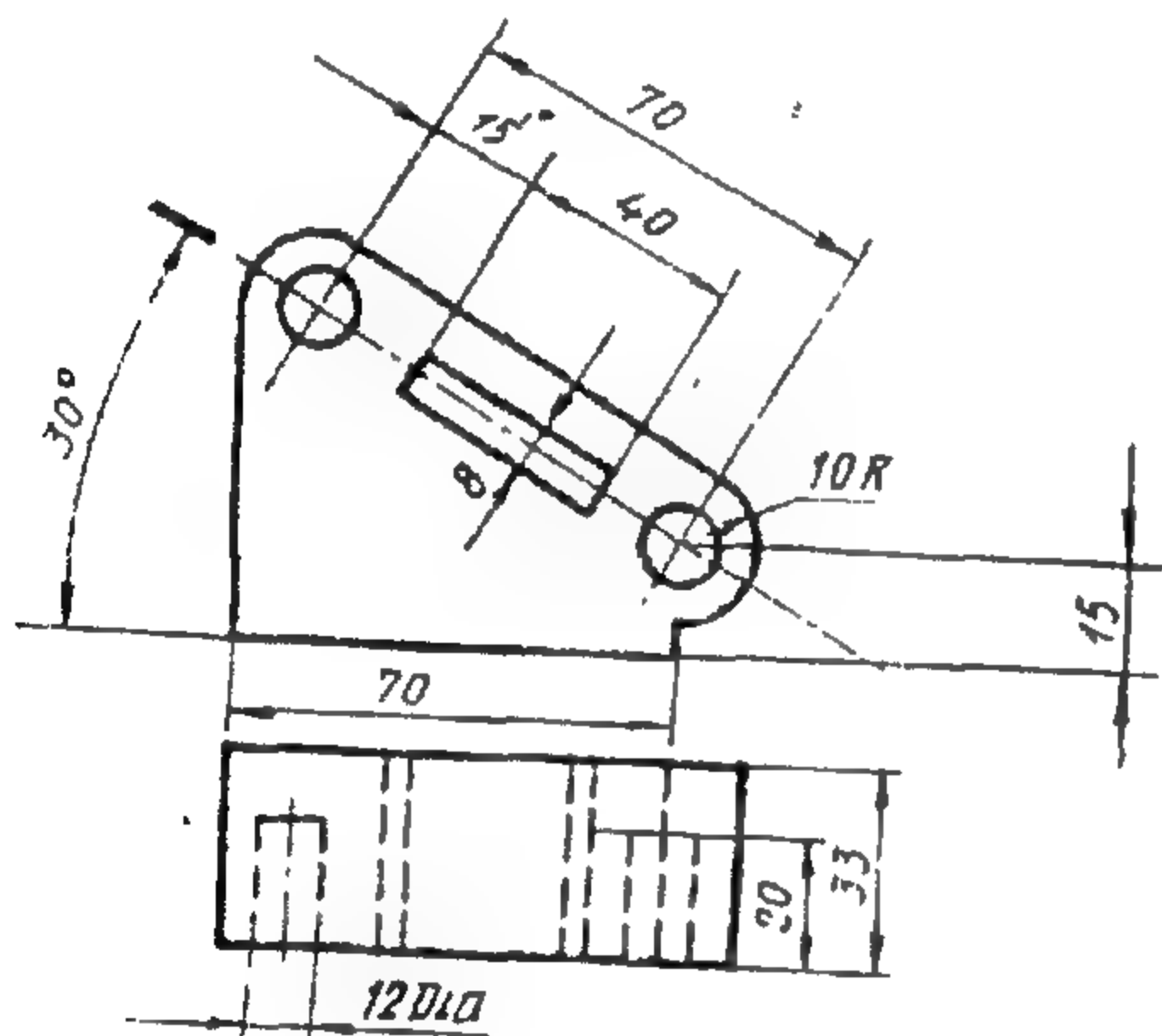
41



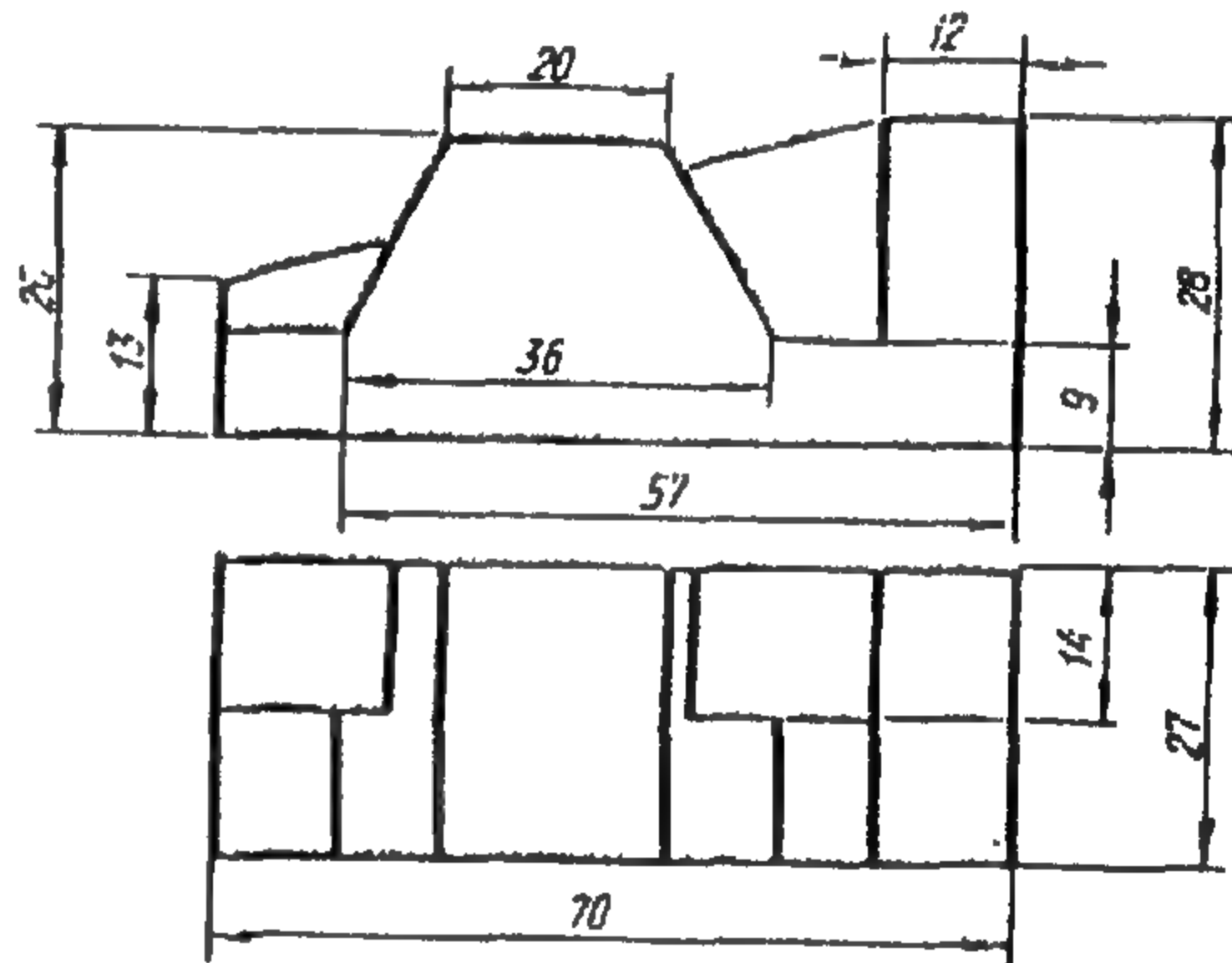
44



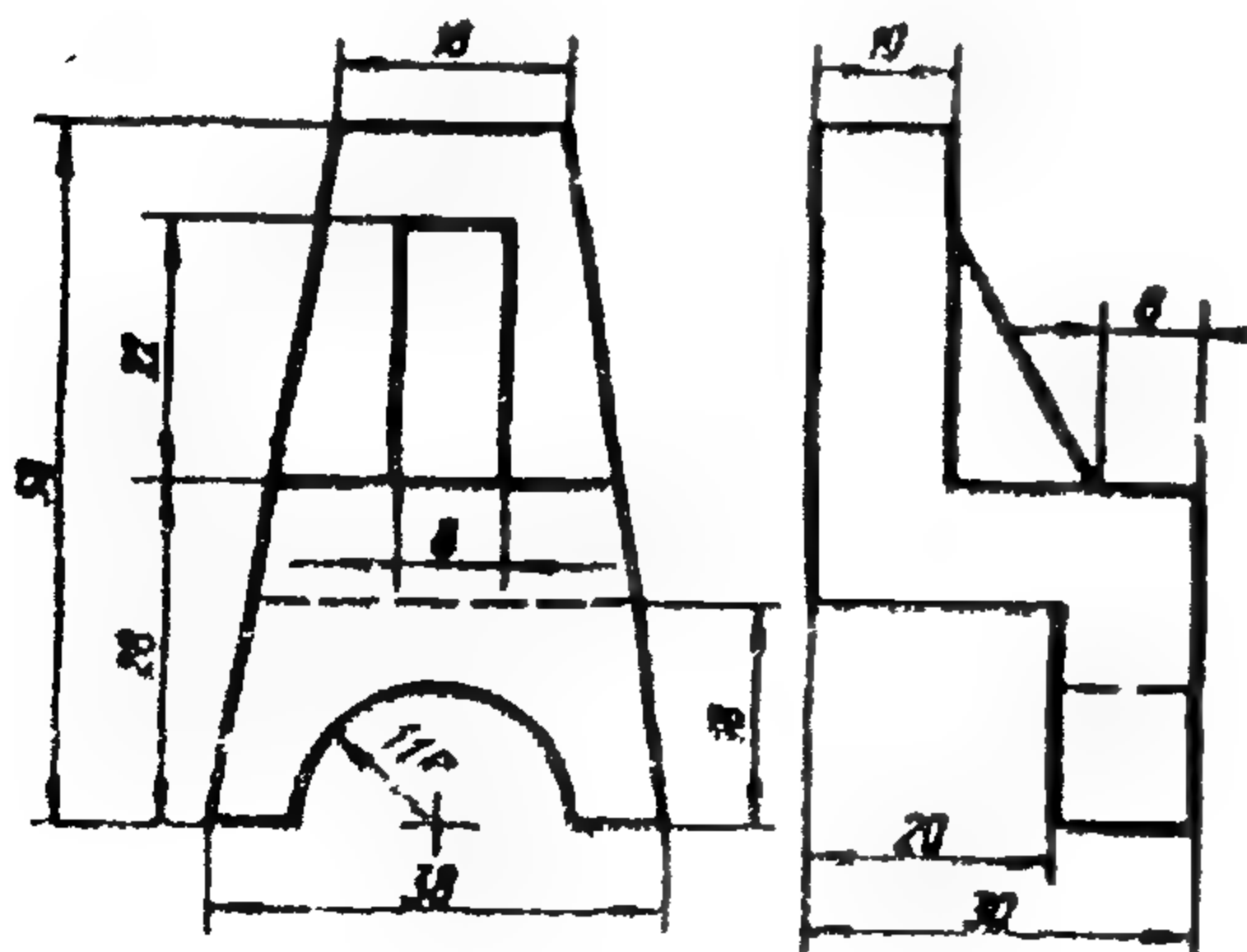
43



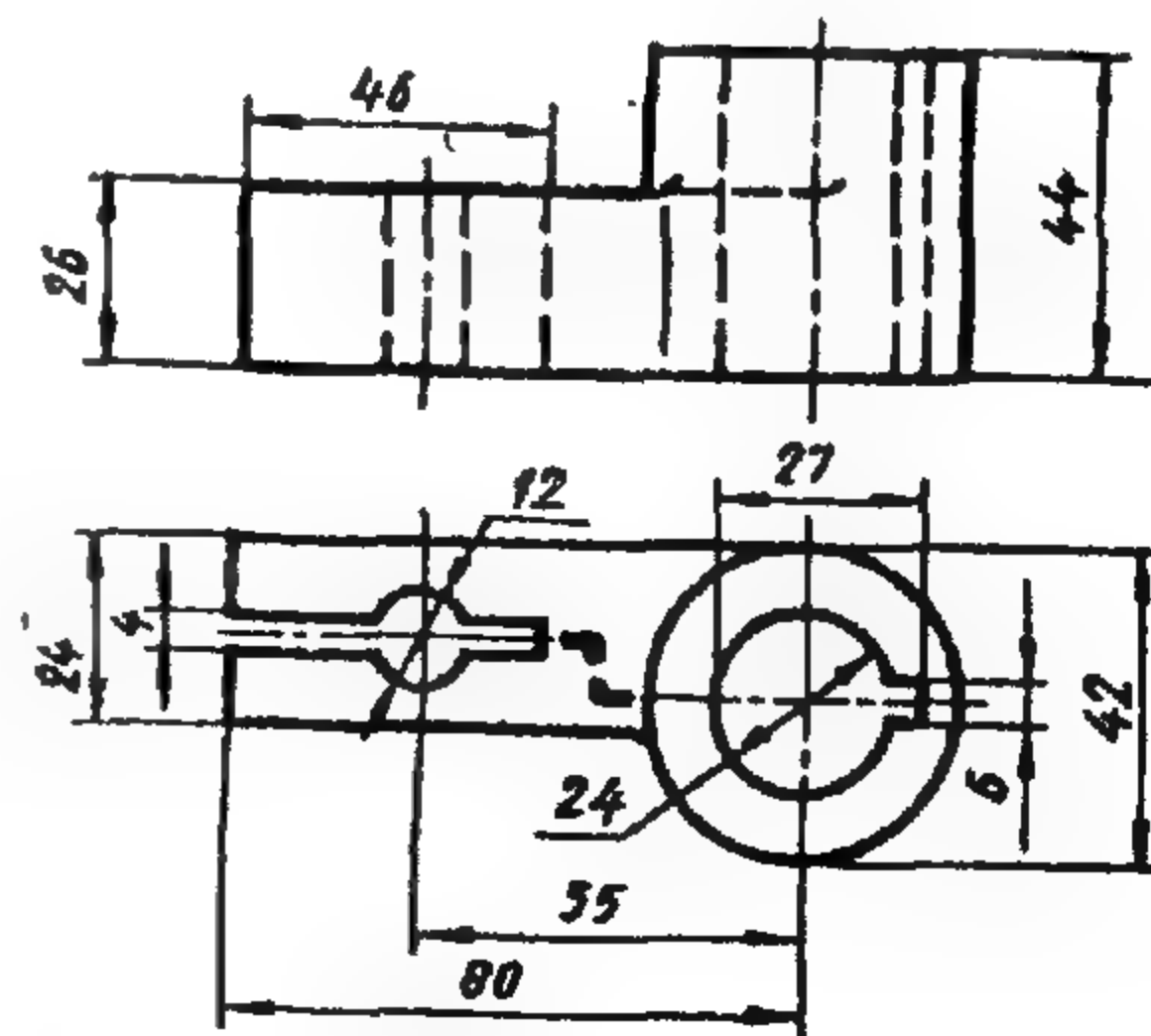
46



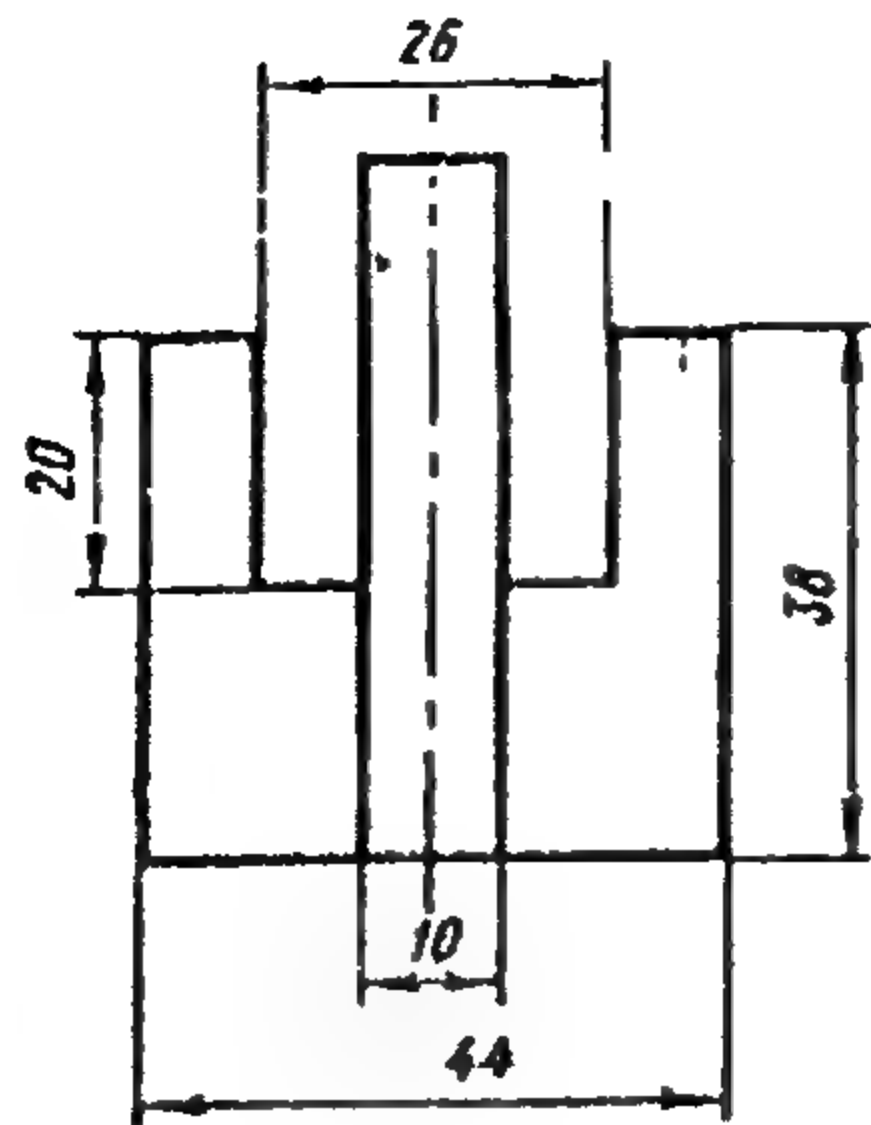
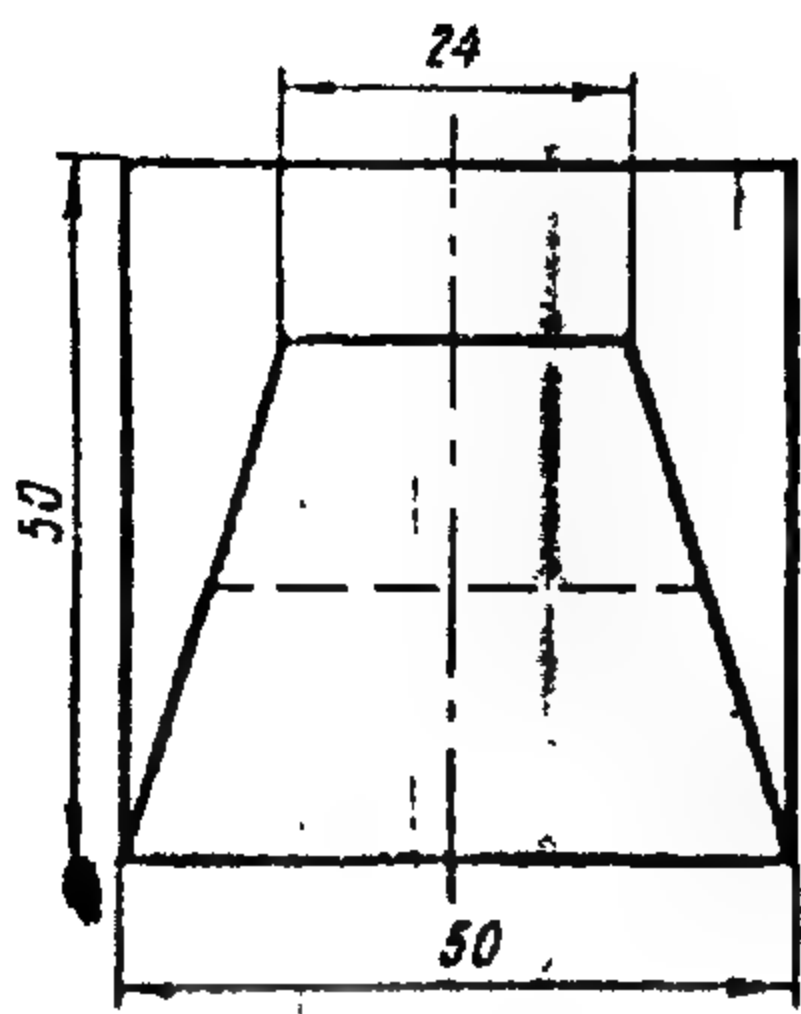
45



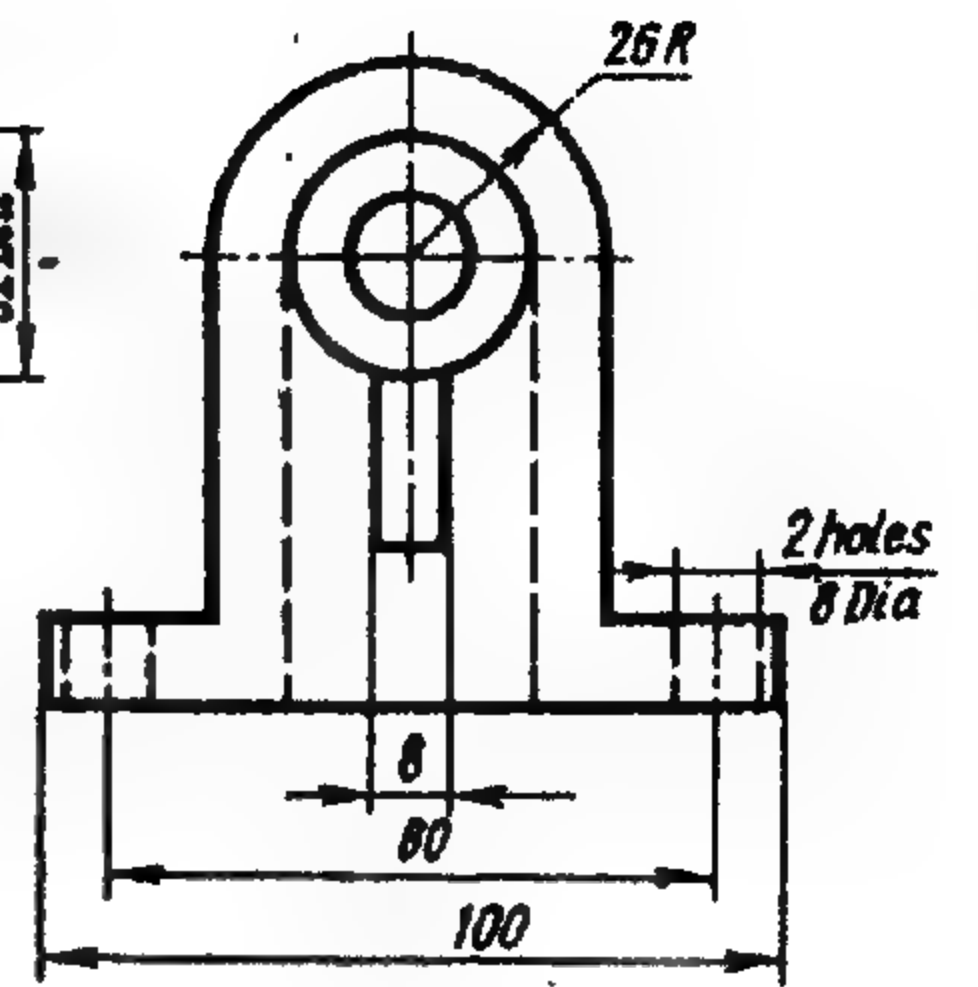
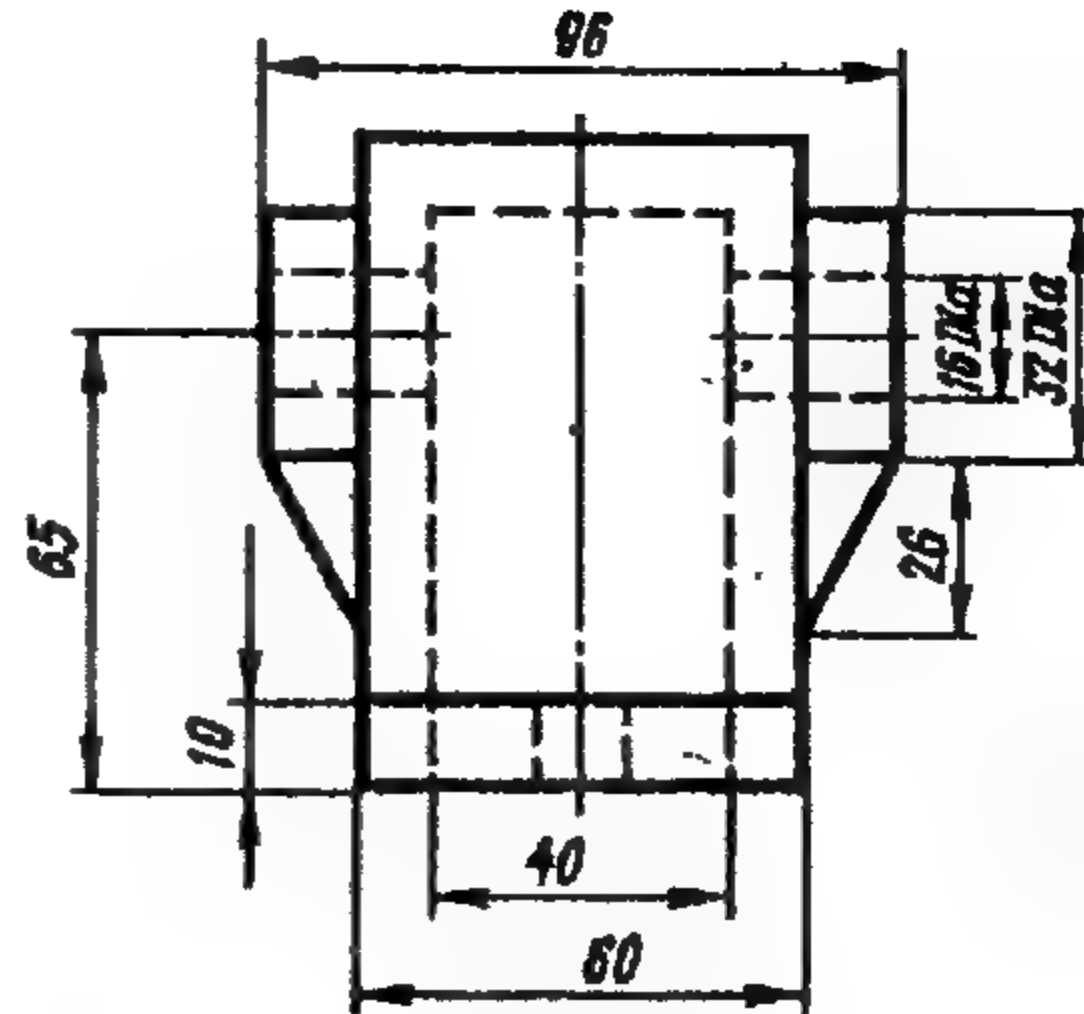
48



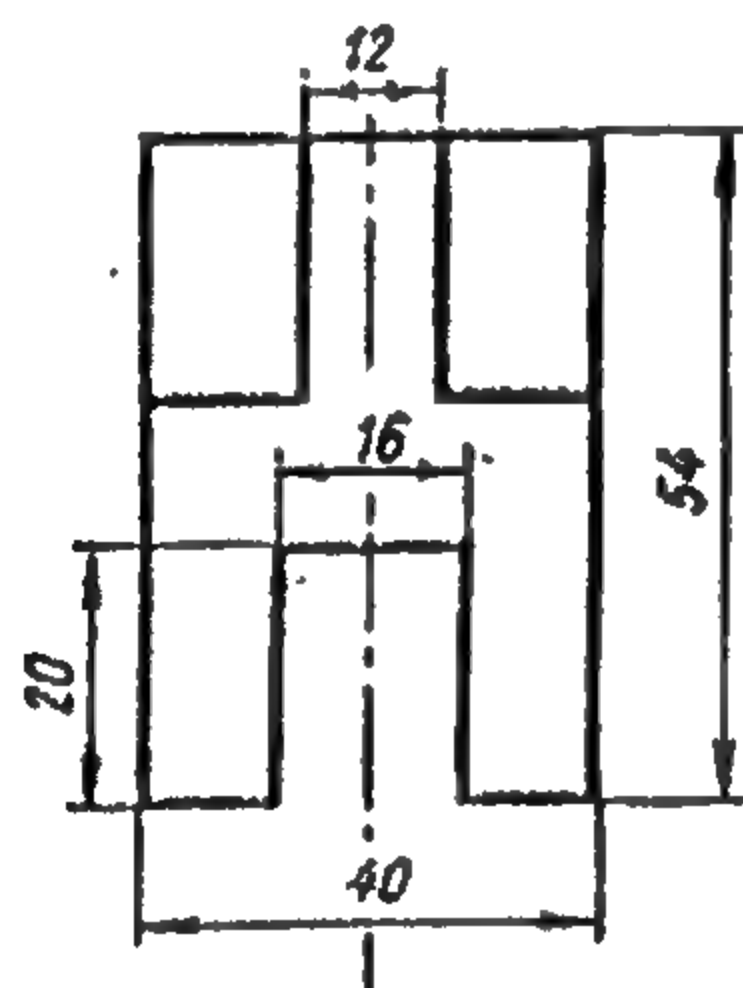
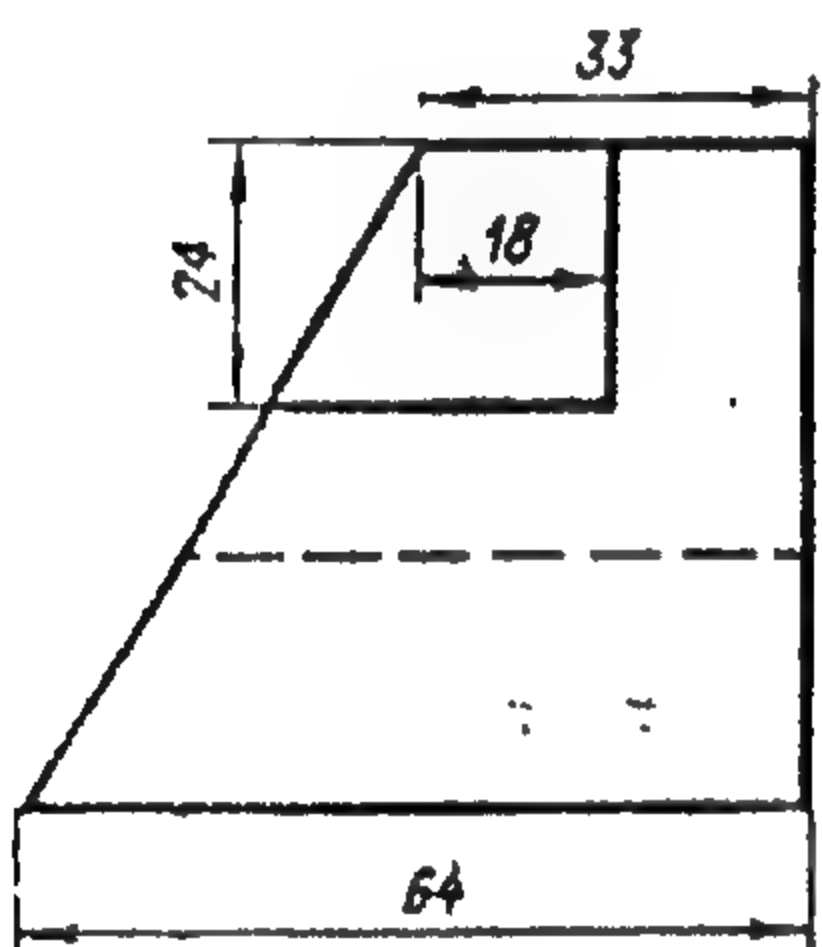
47



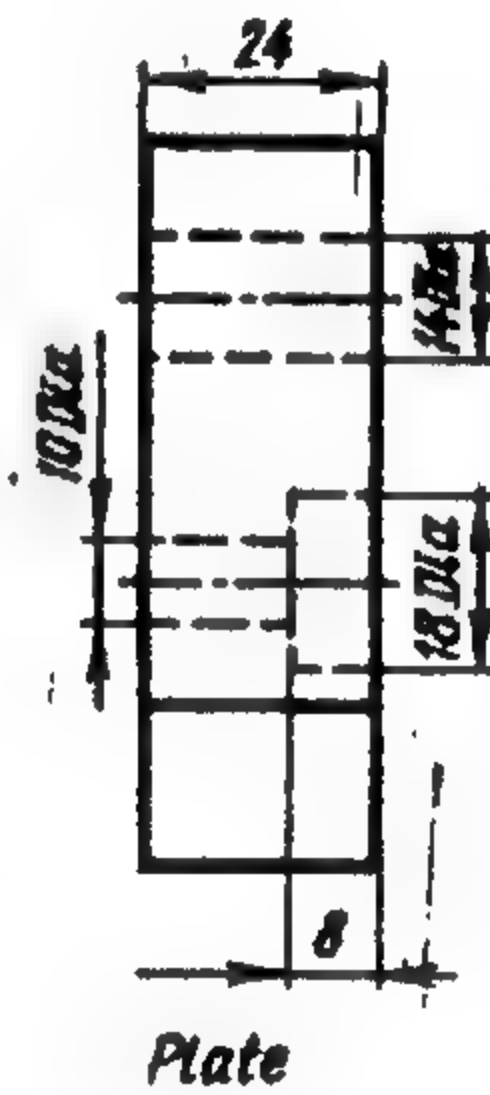
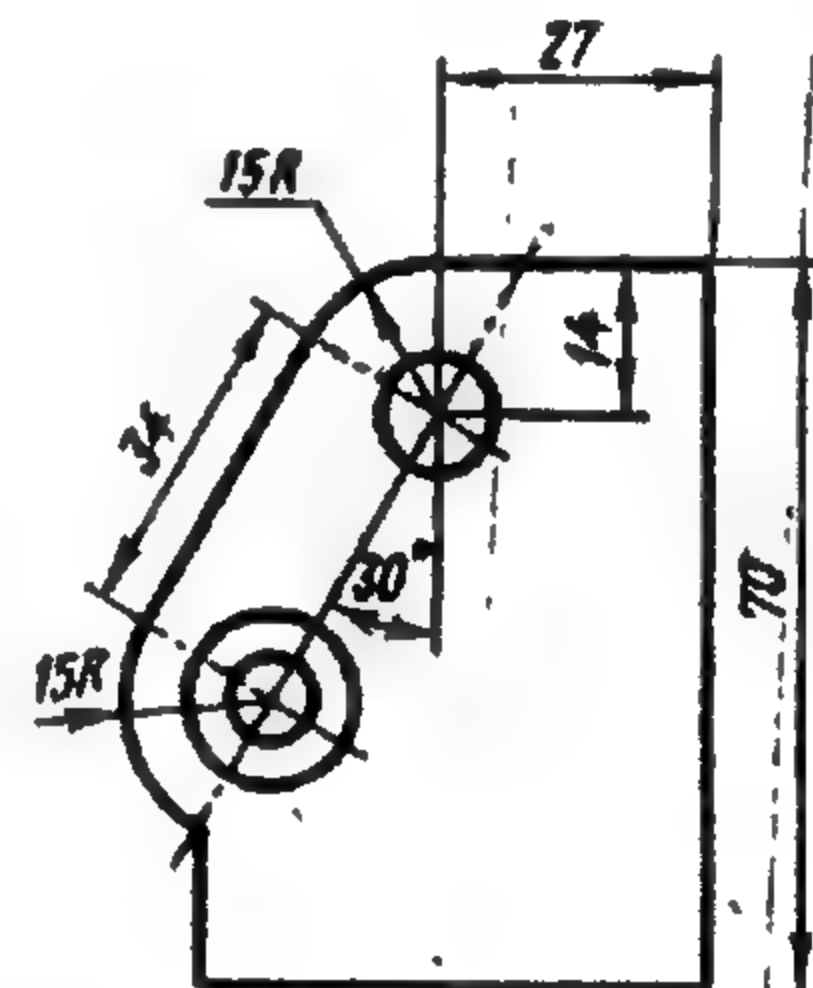
50



49

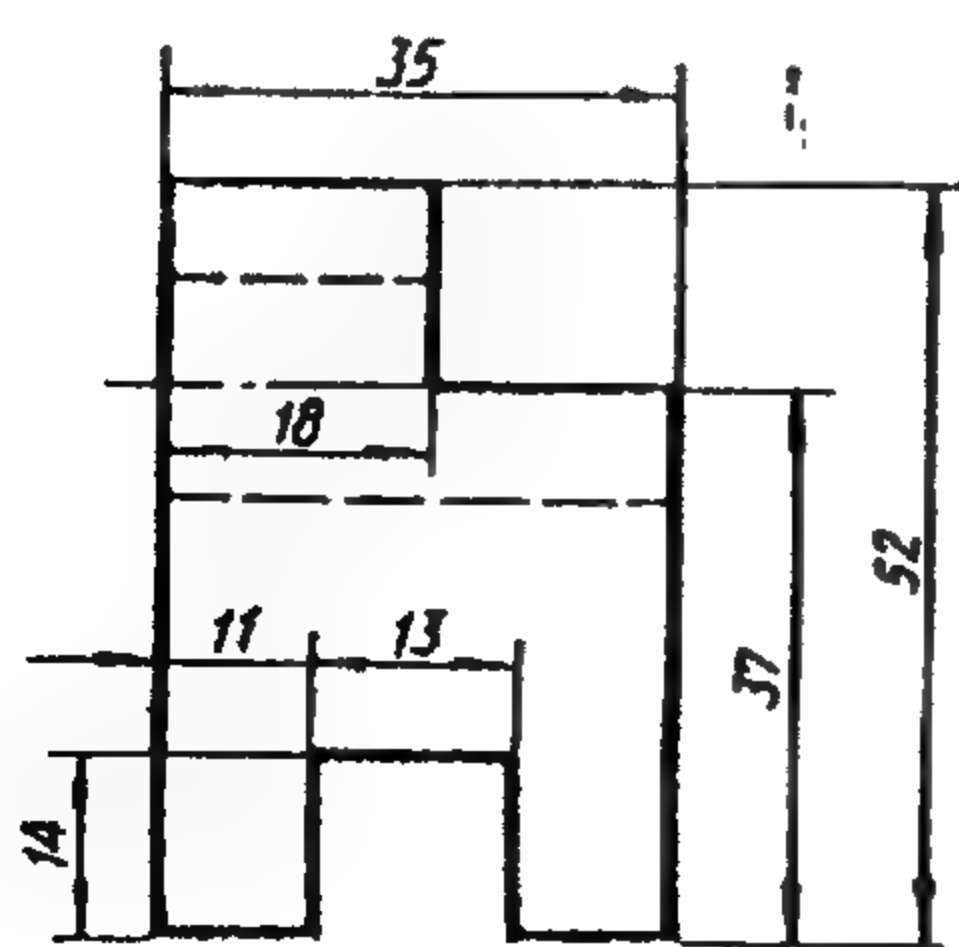
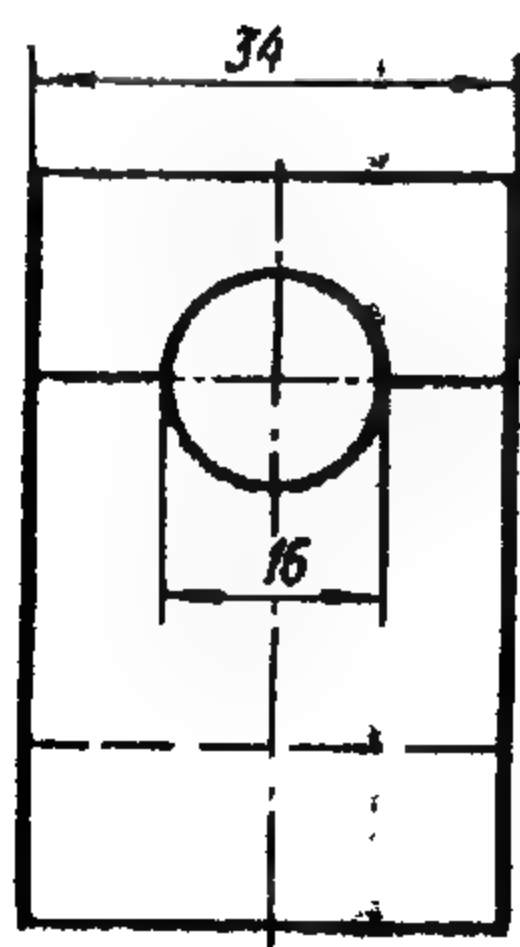


52

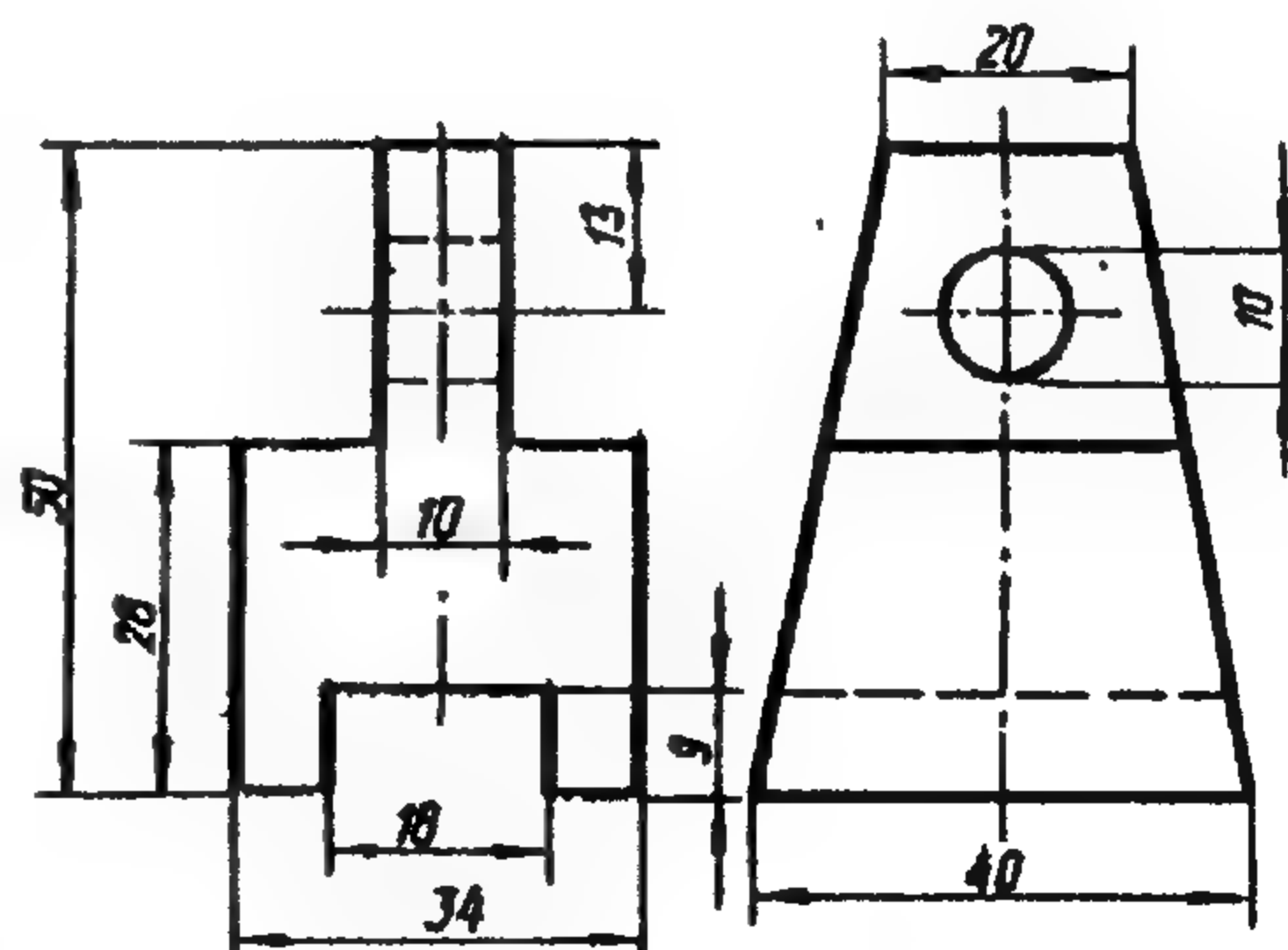


Plate

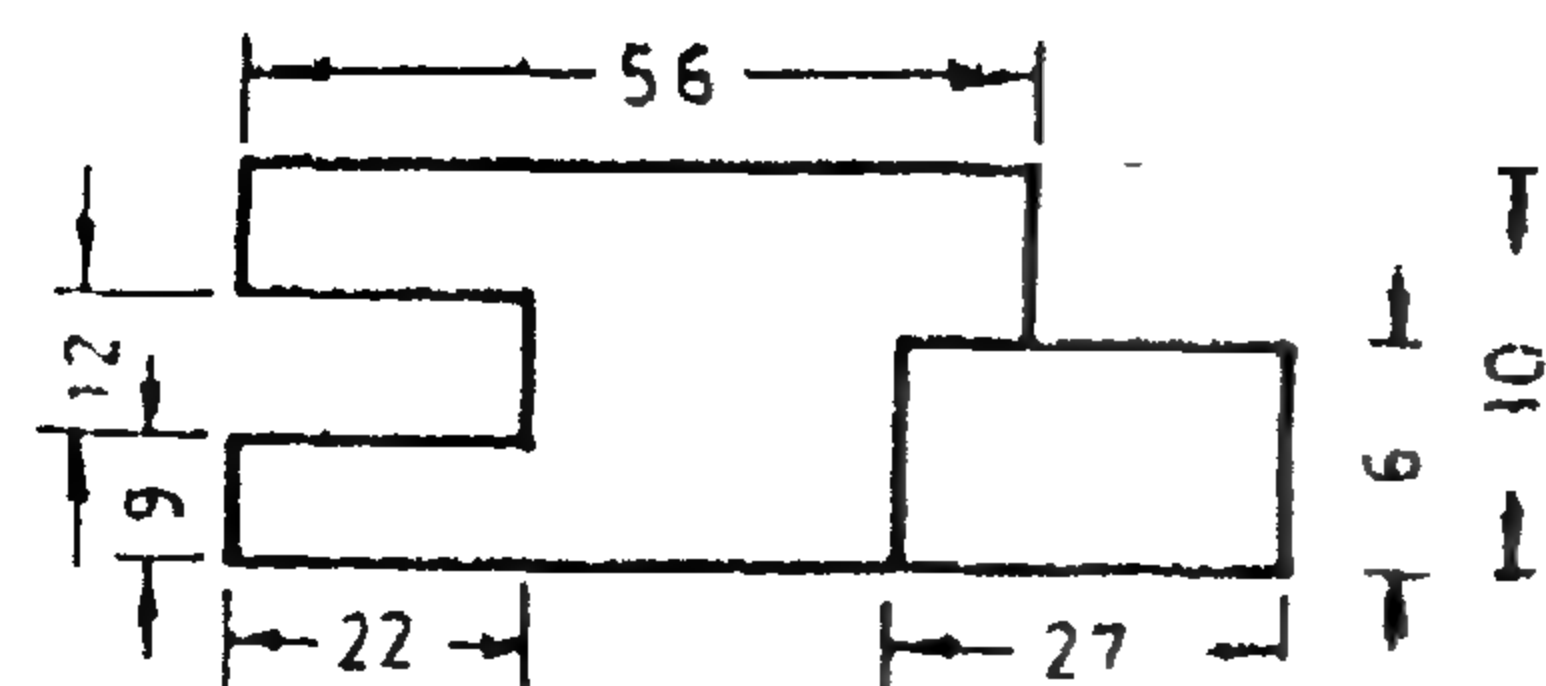
51



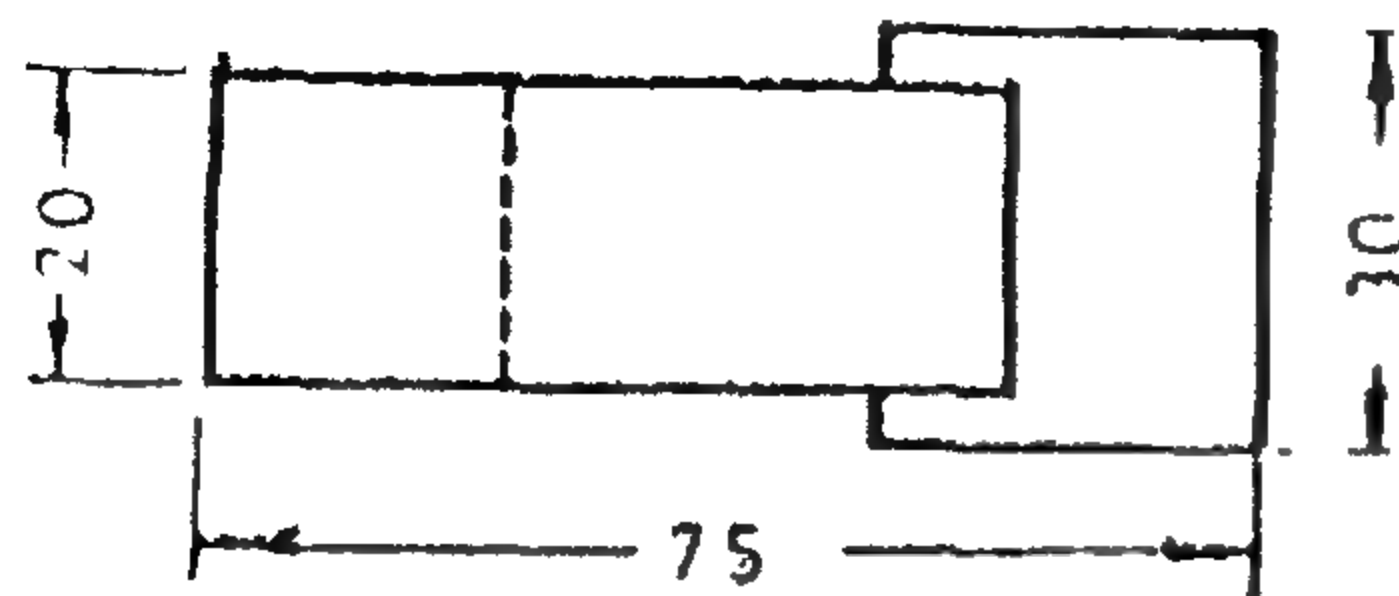
54



53

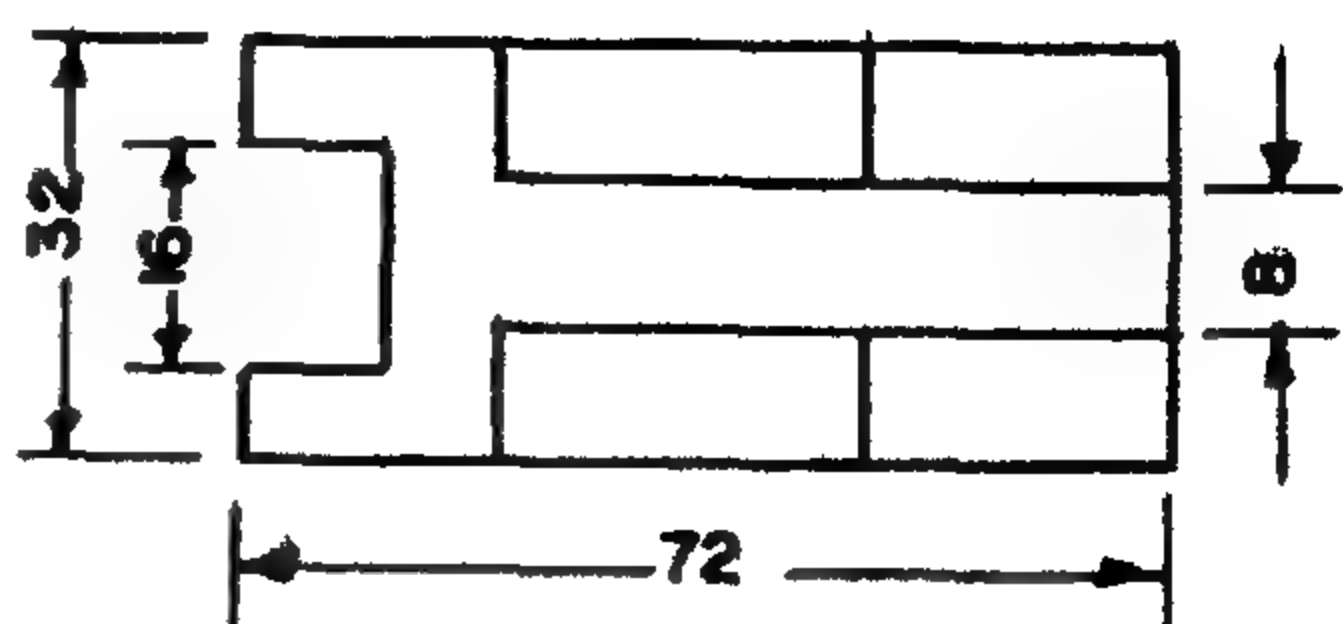
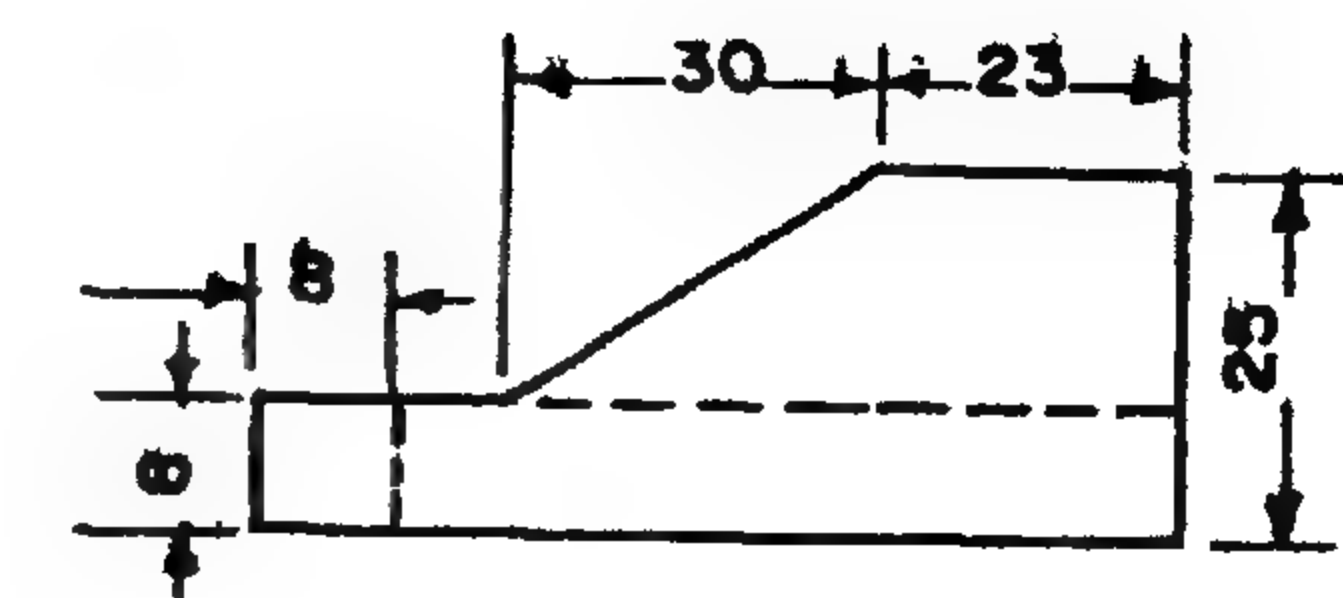


ELEVATION

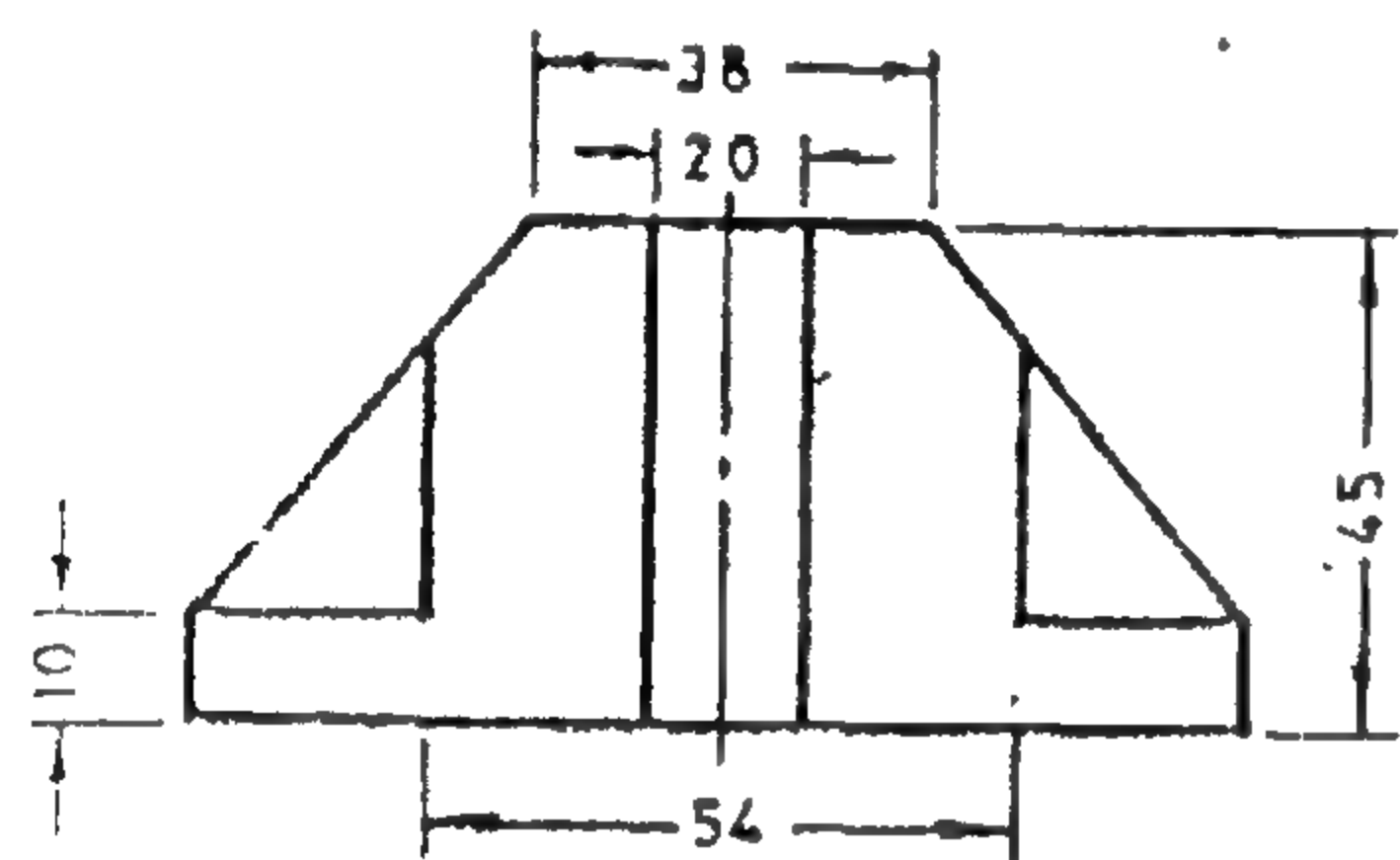


PLAN

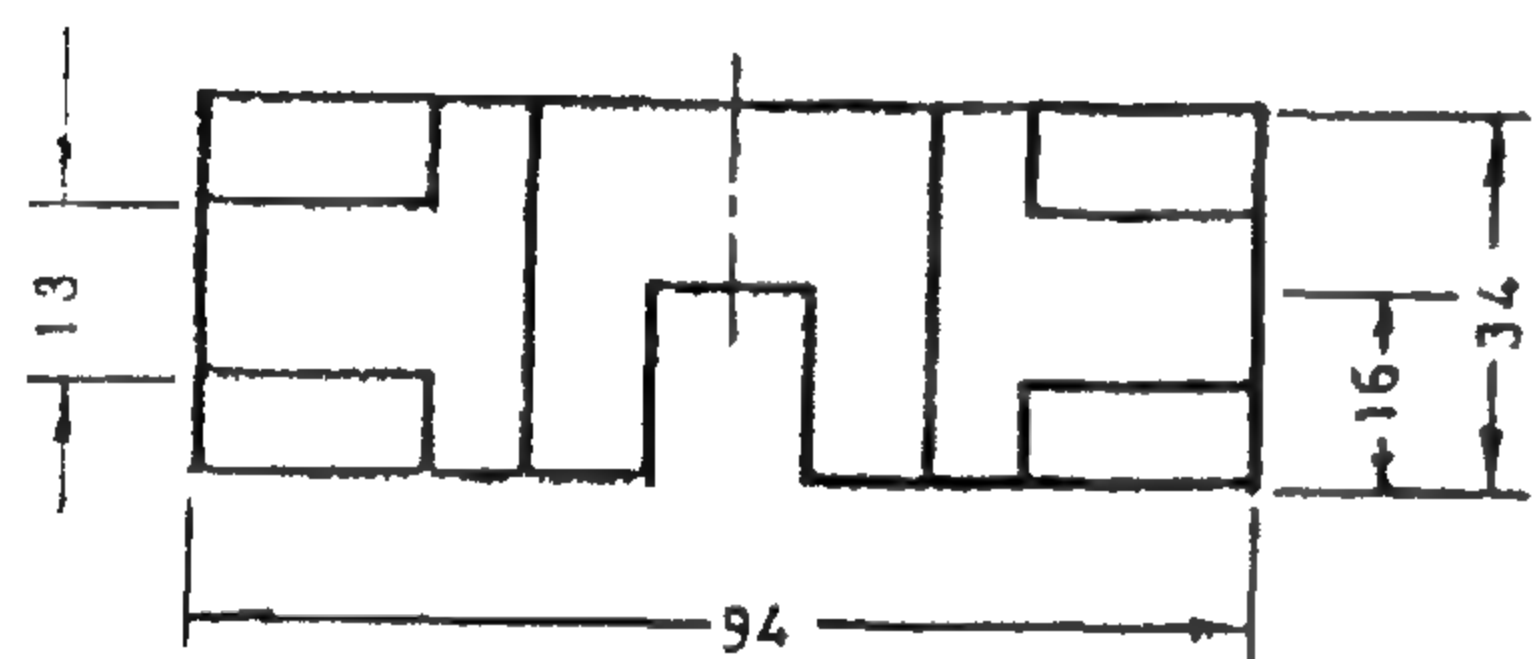
56



55

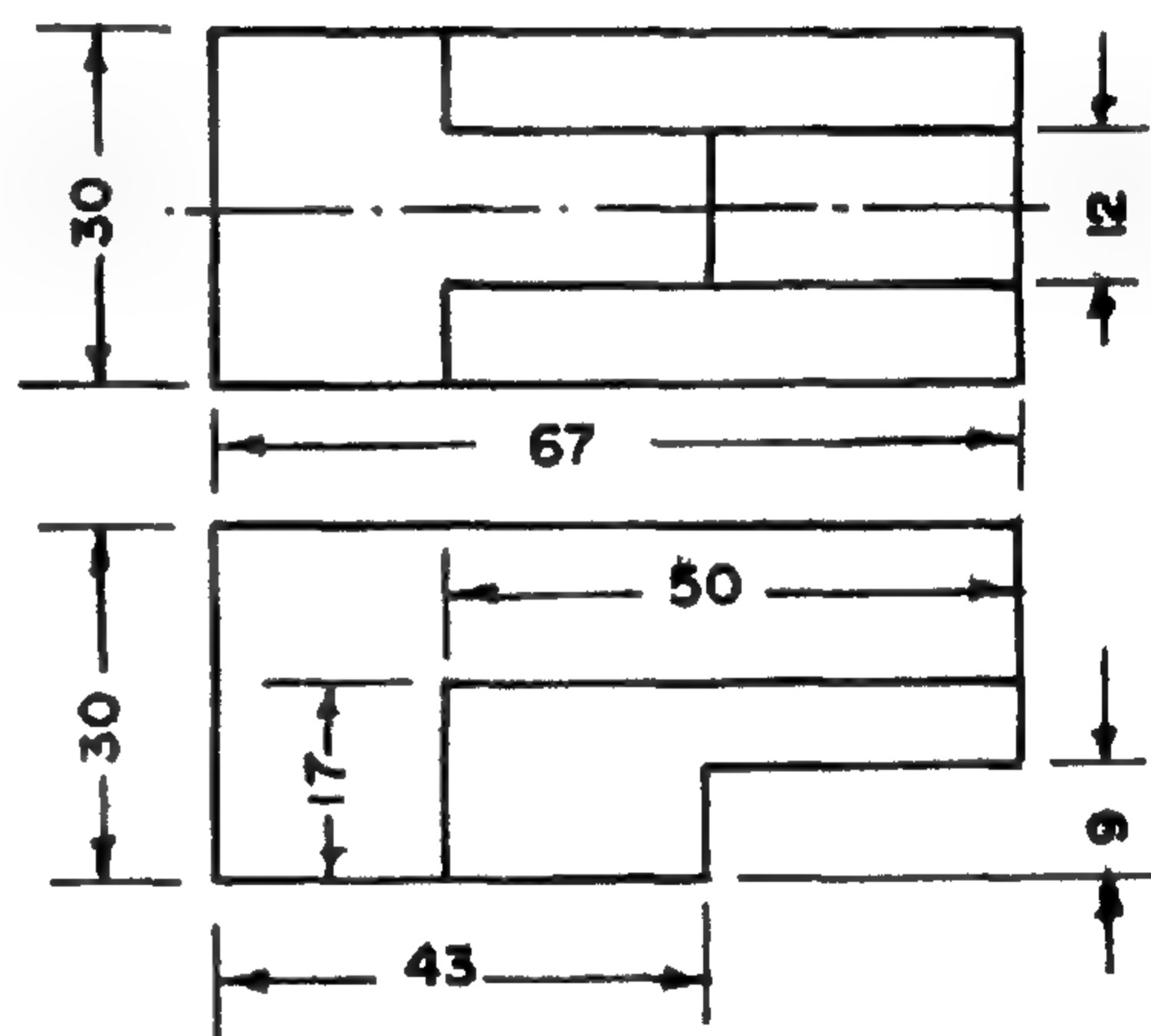


ELEVATION

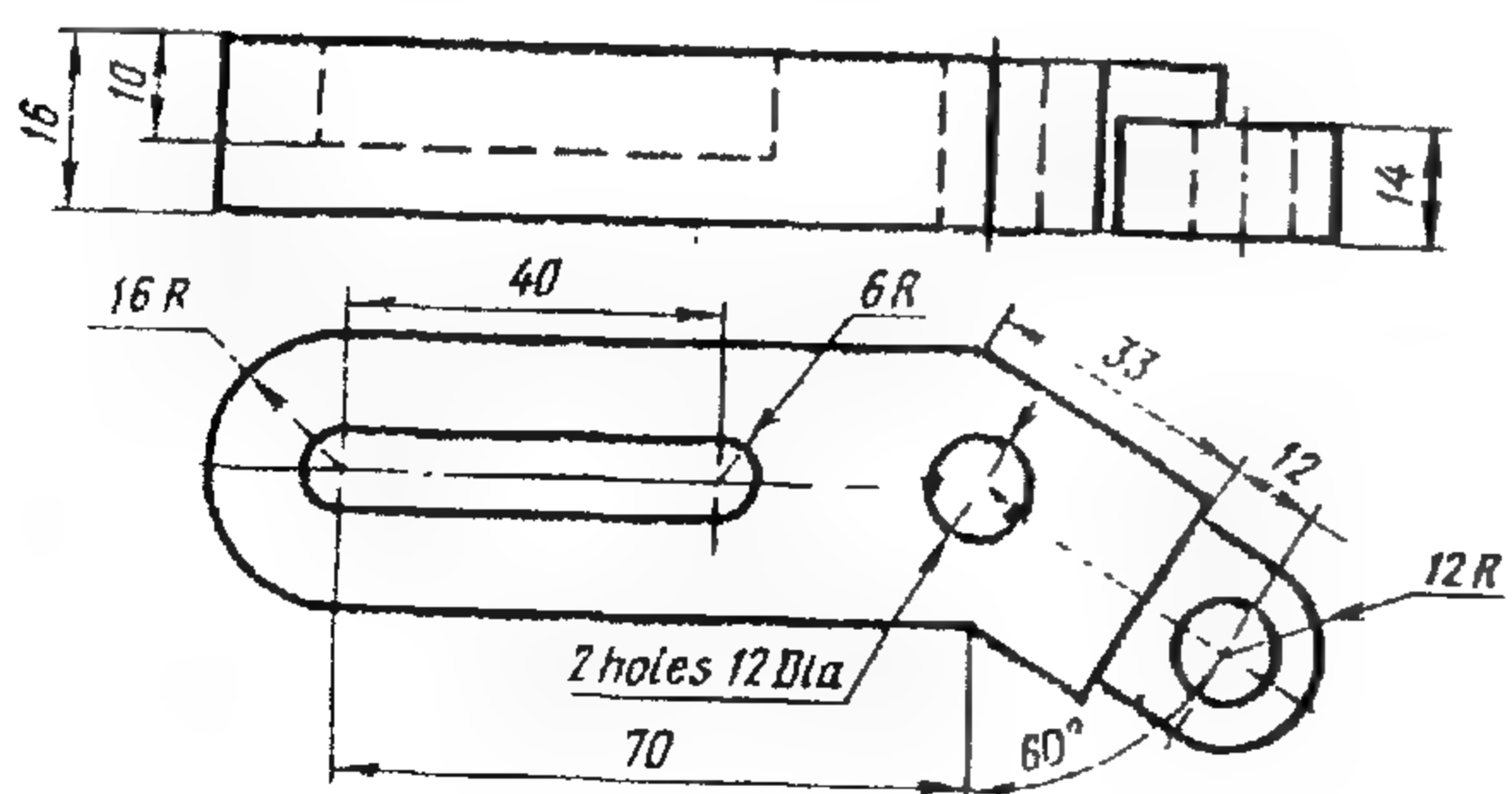


PLAN

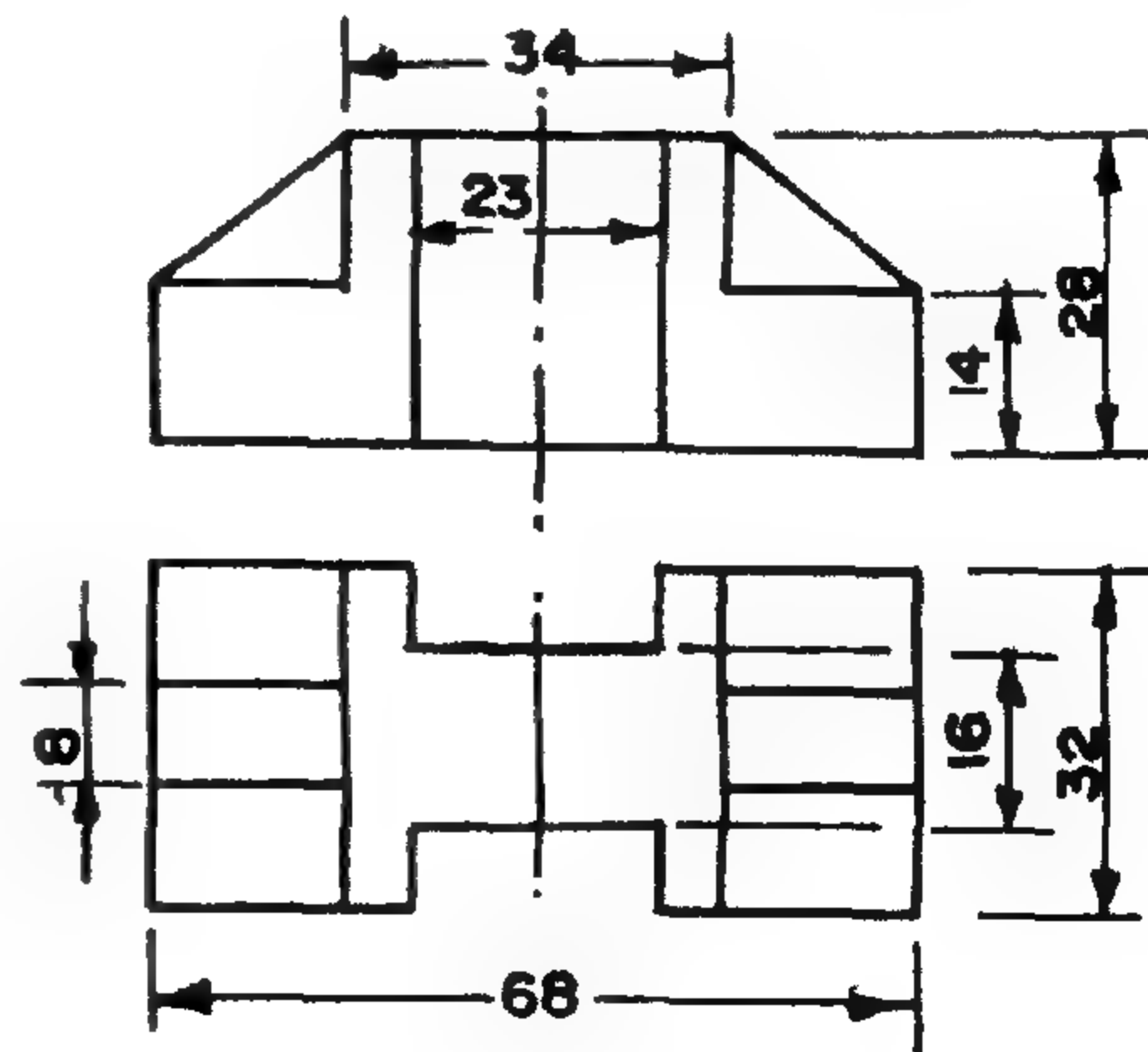
58



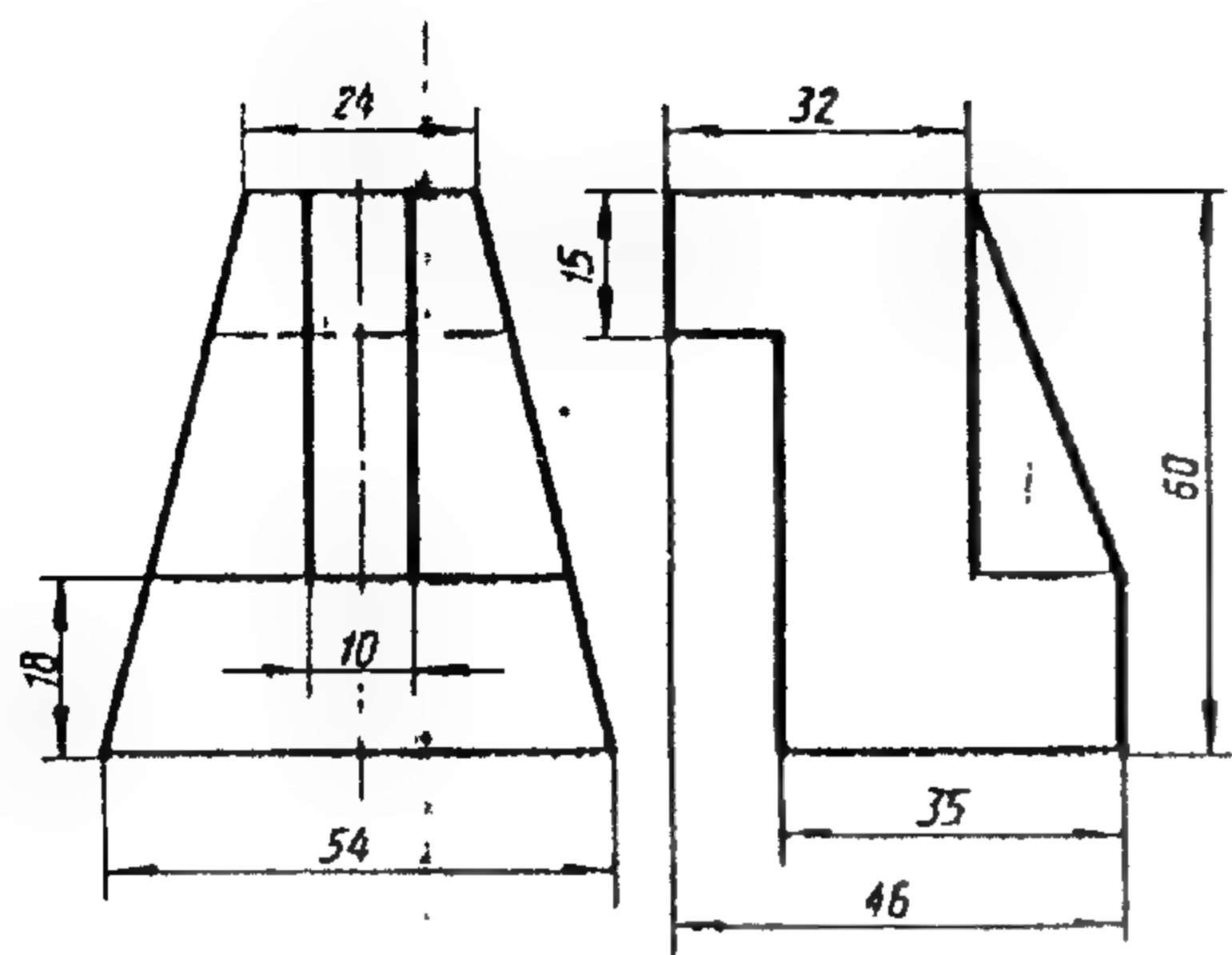
57



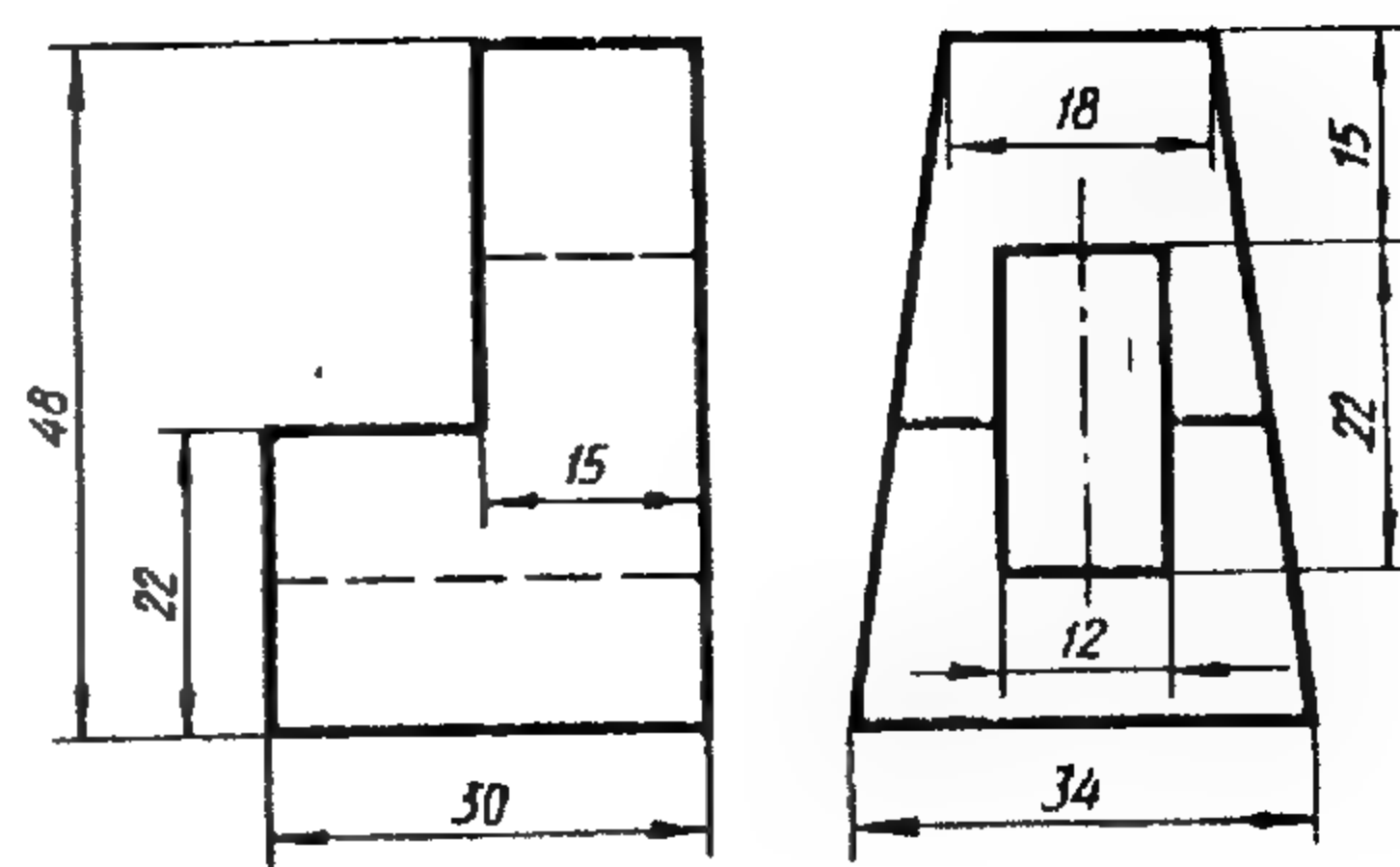
60



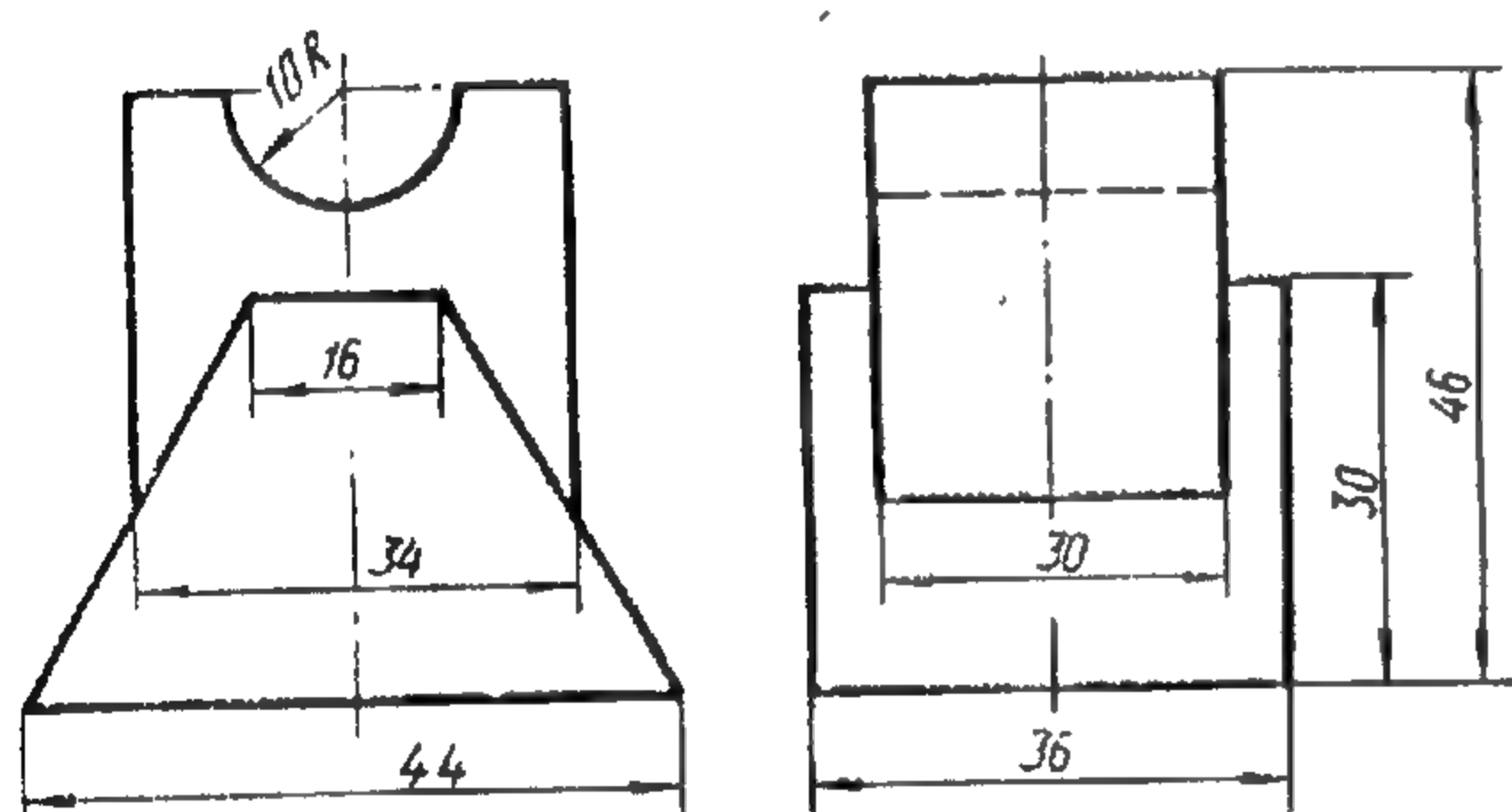
59



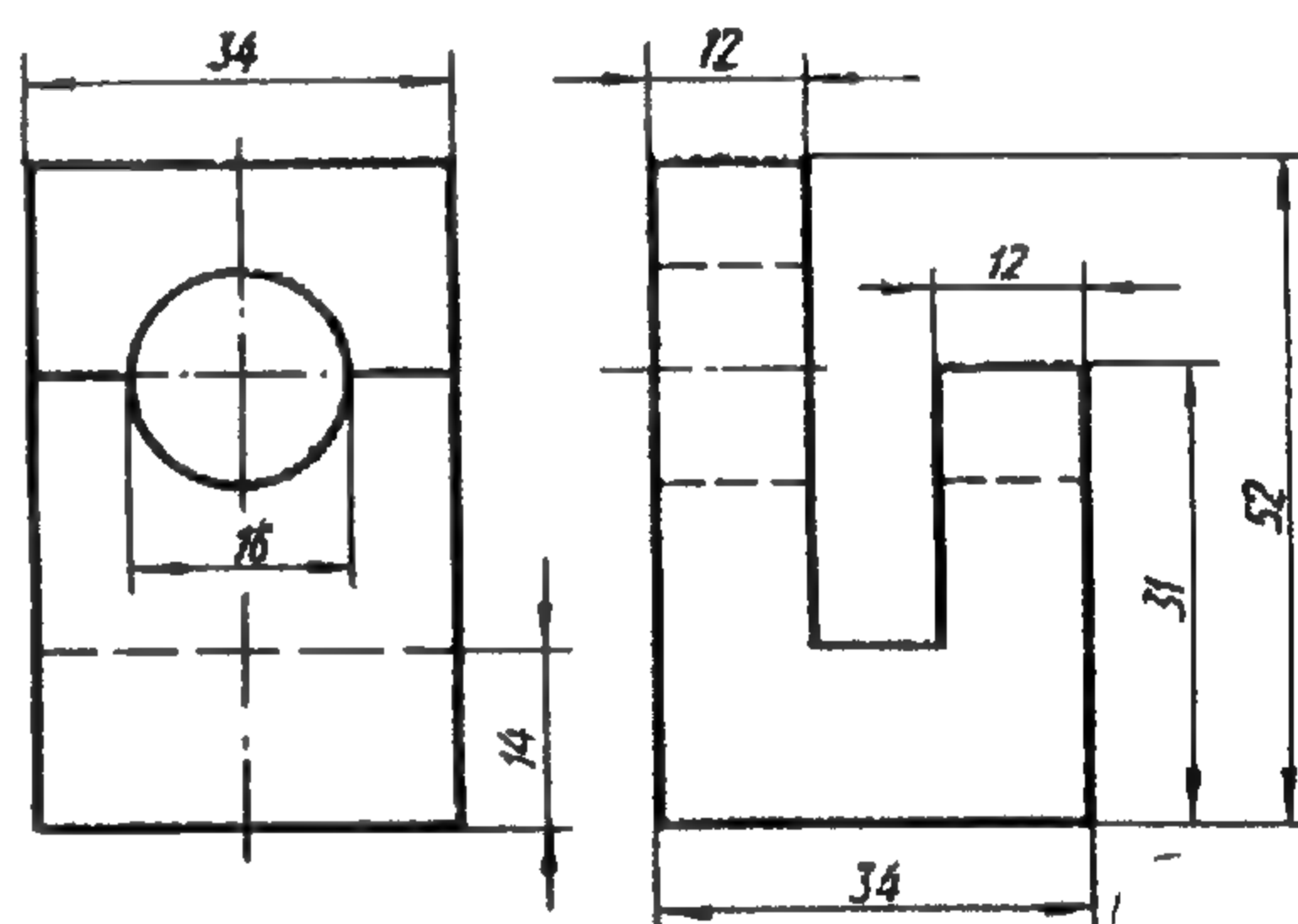
62



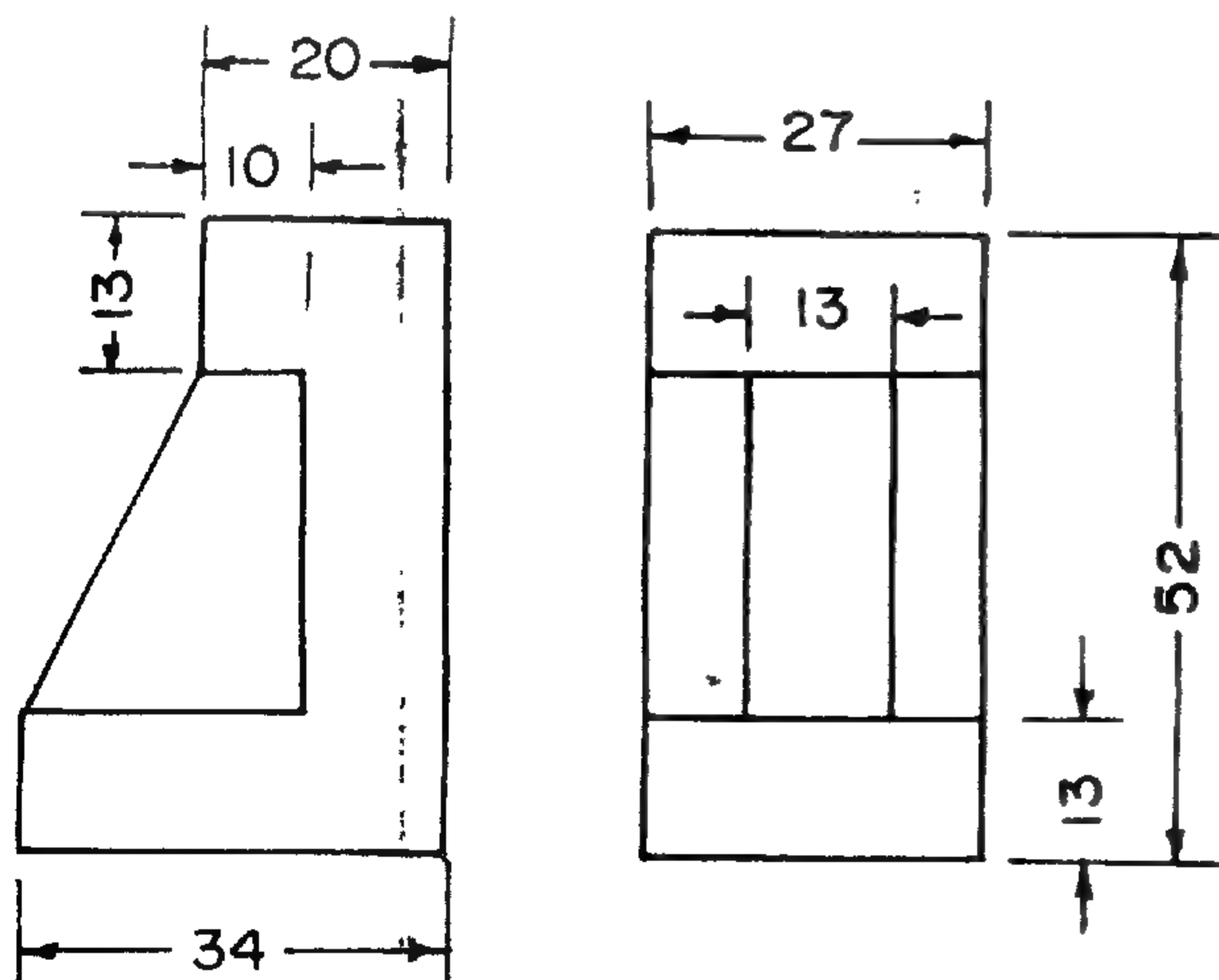
61



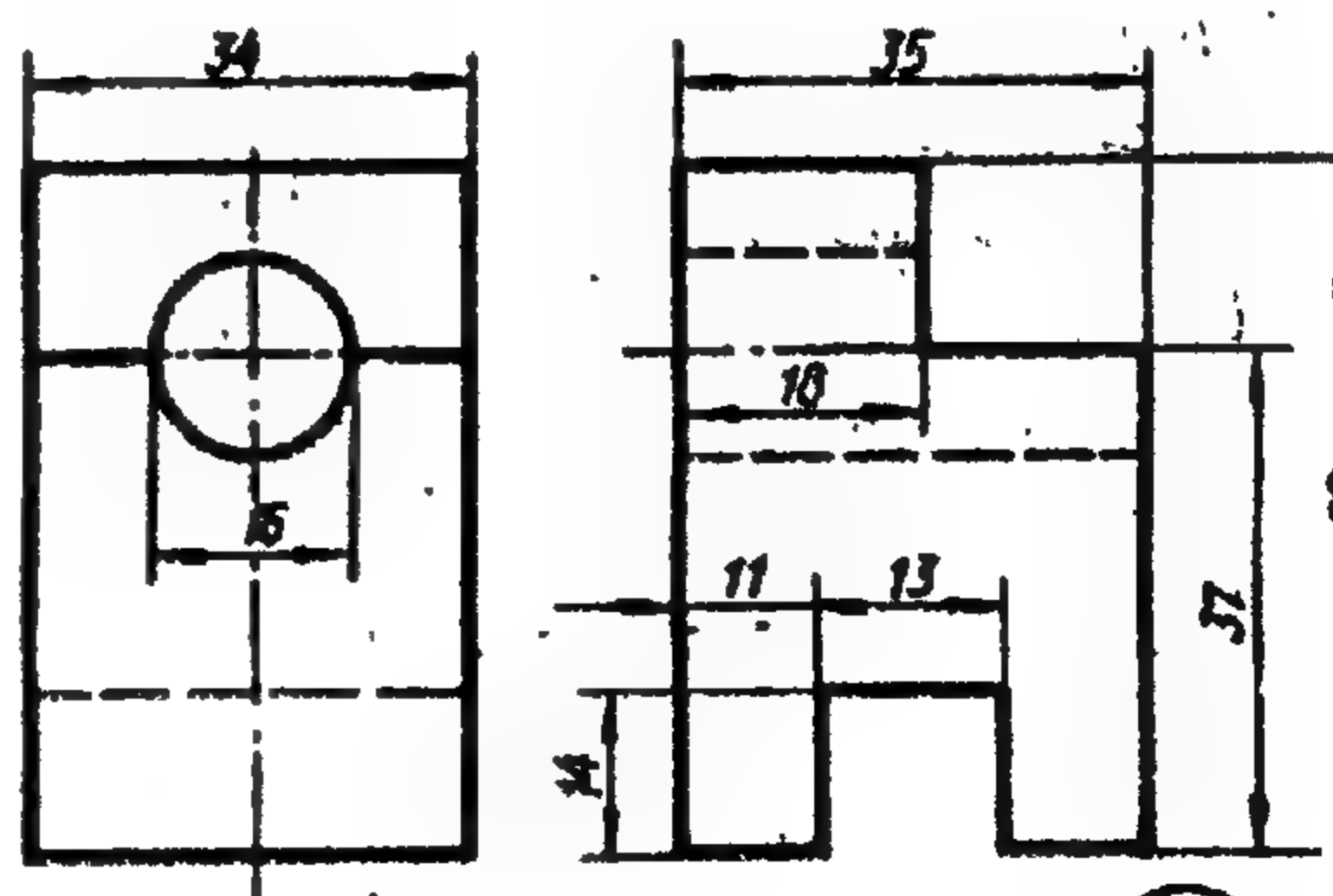
64



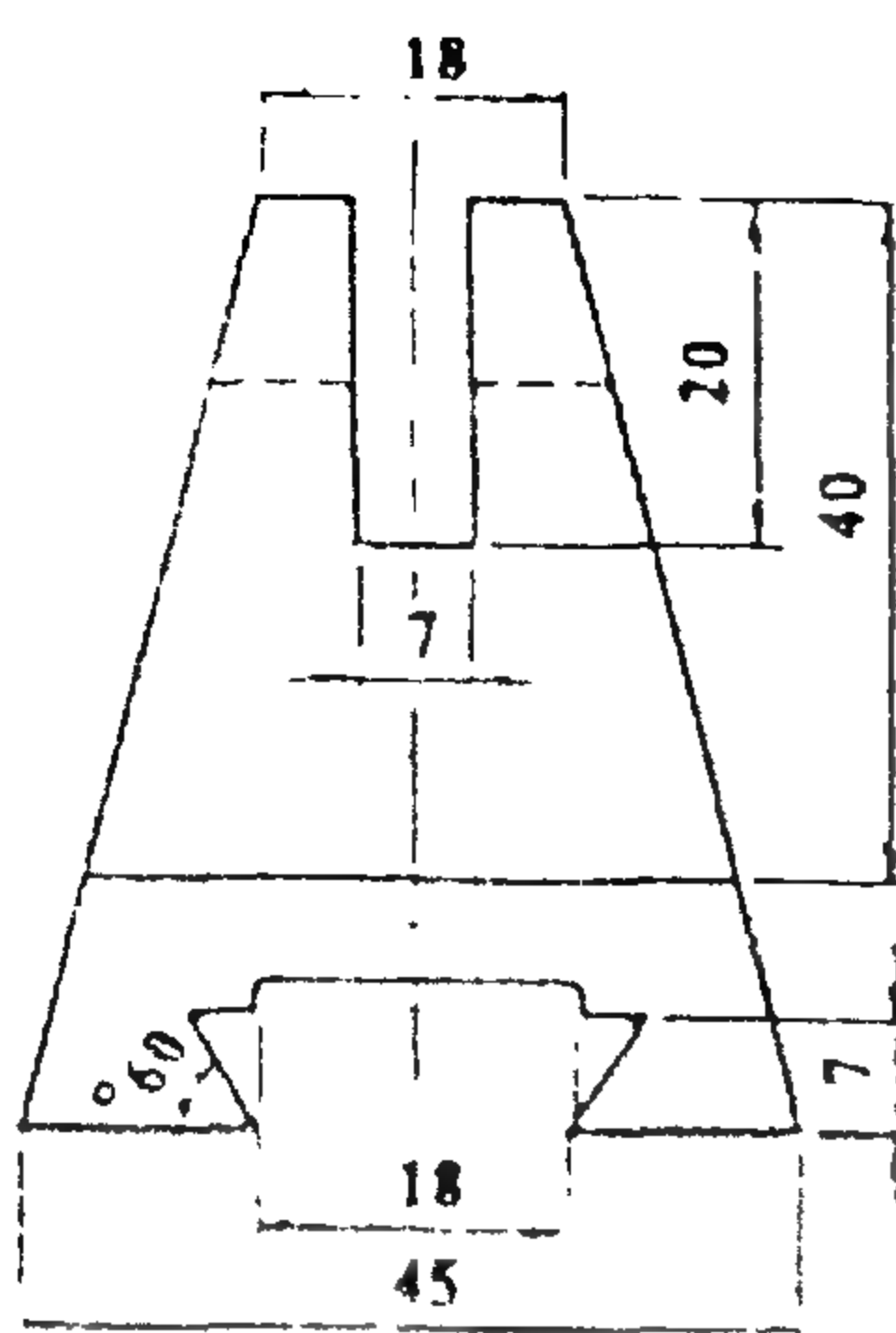
63



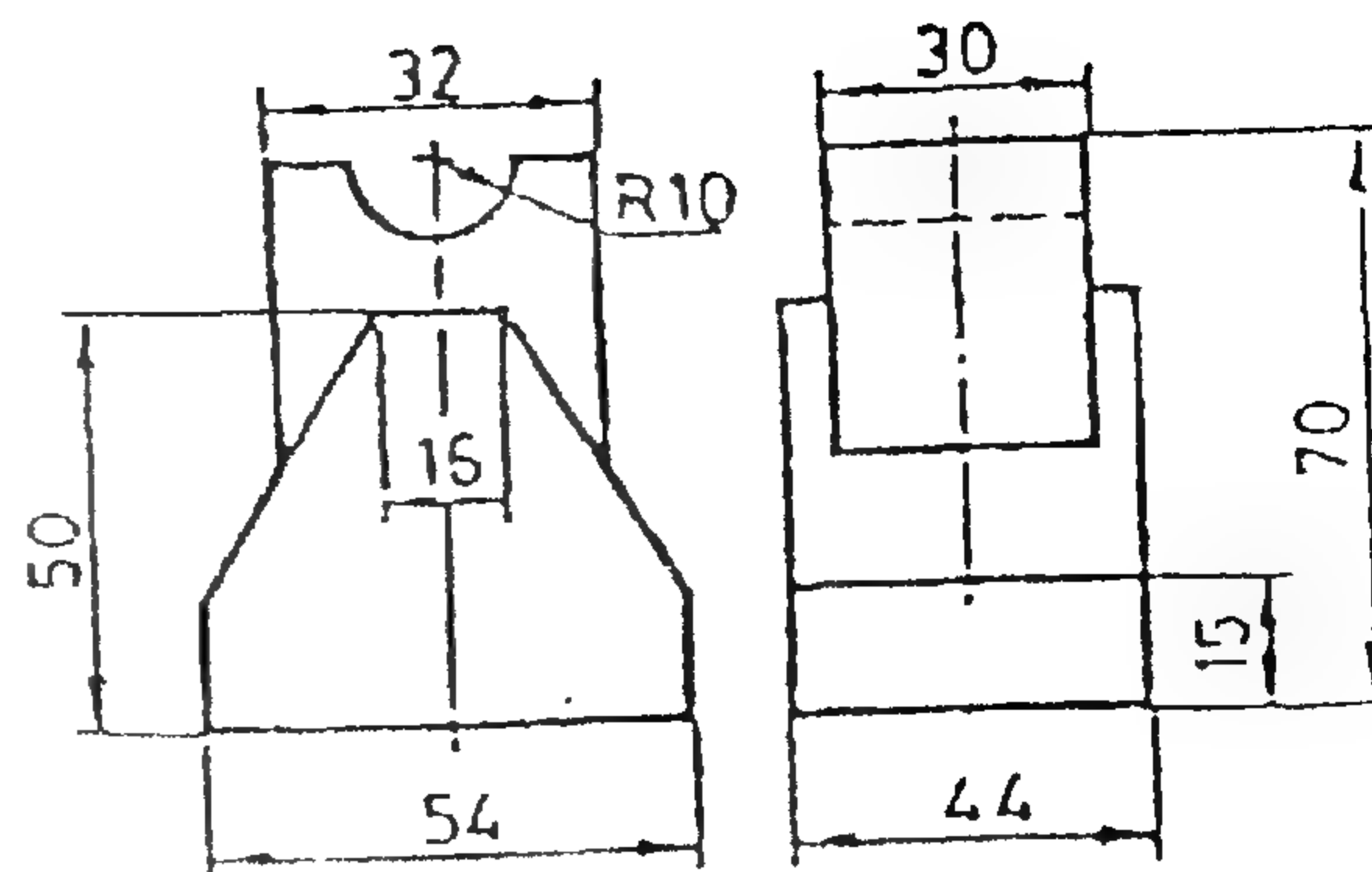
66



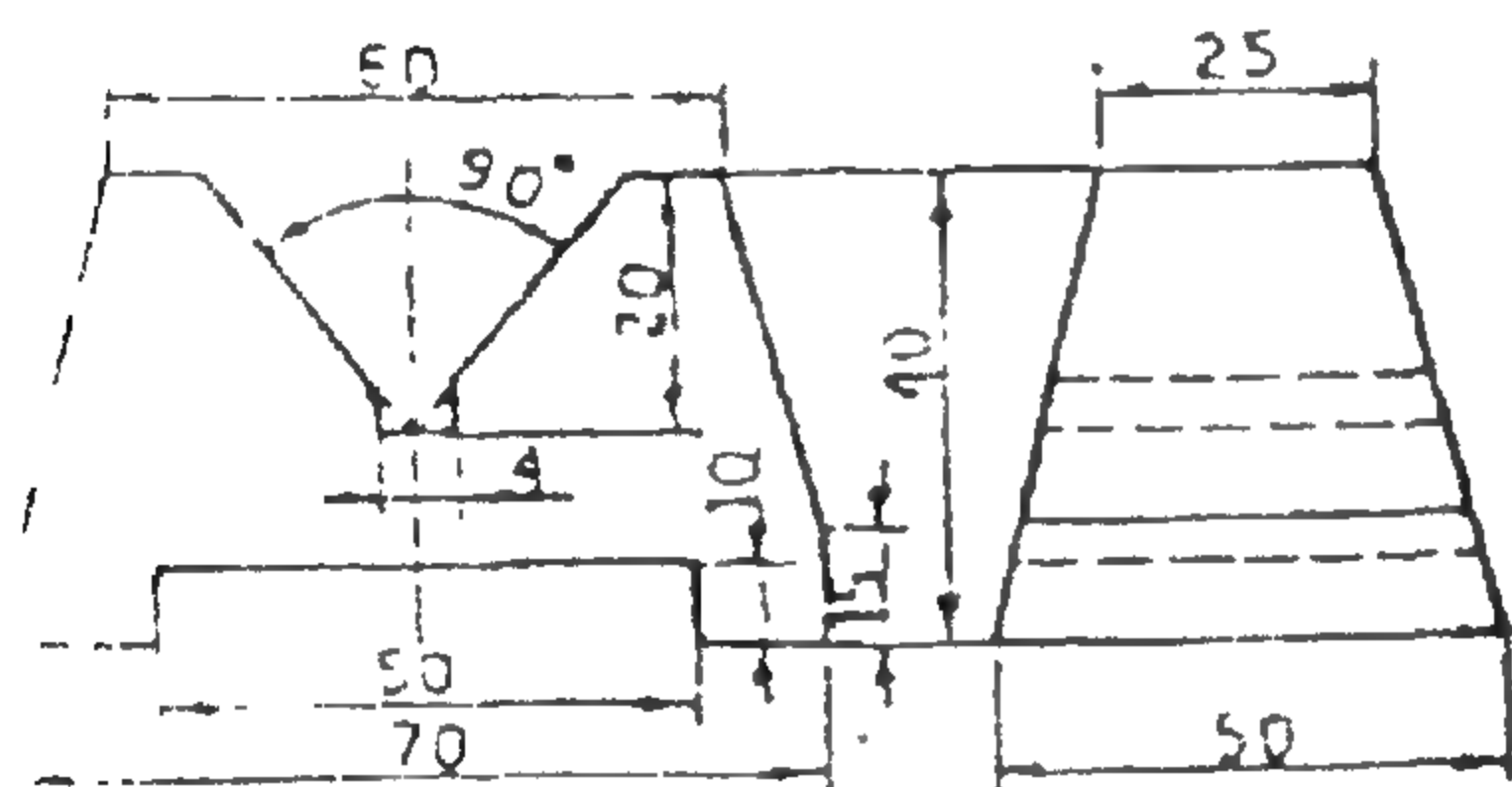
65



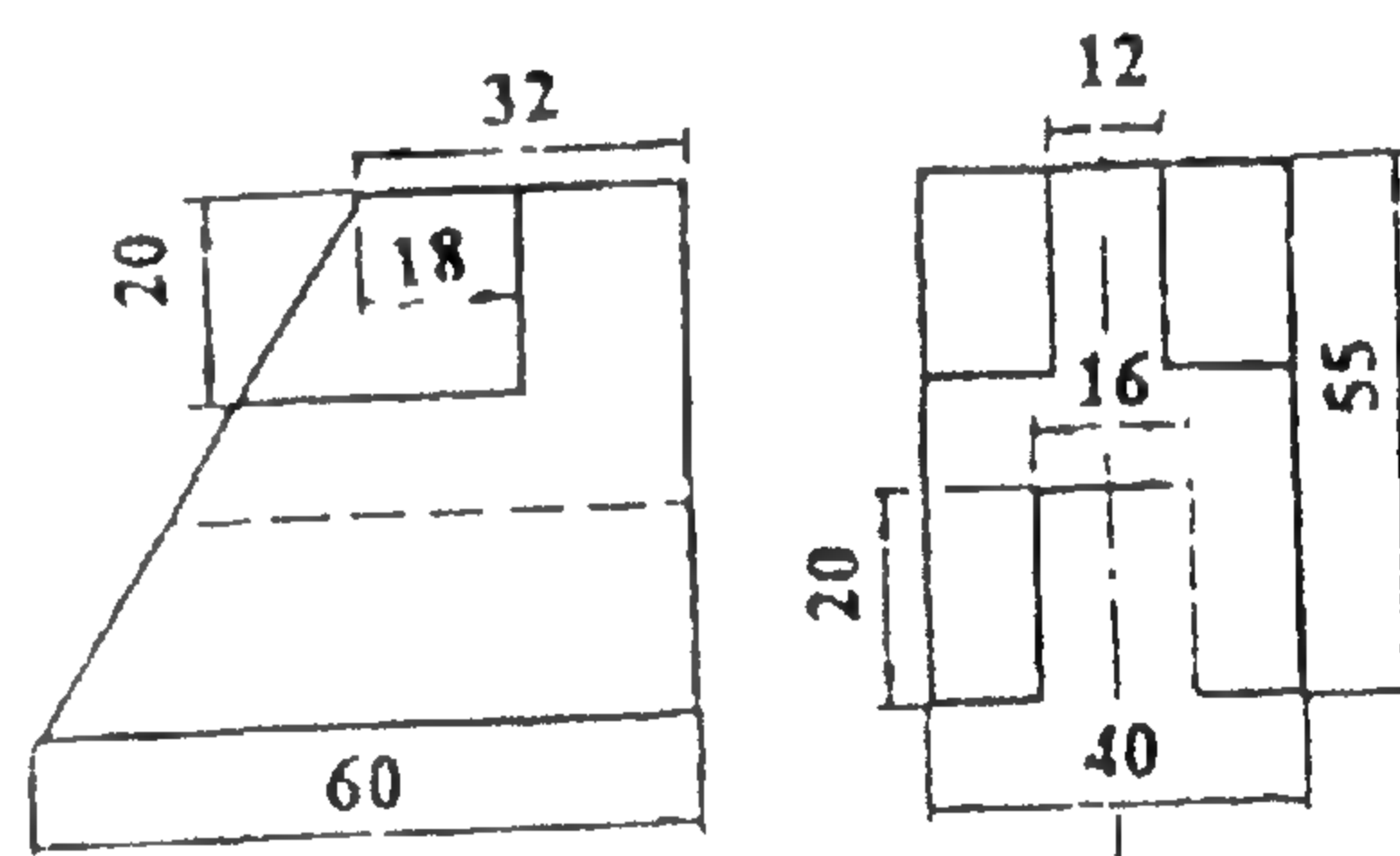
68



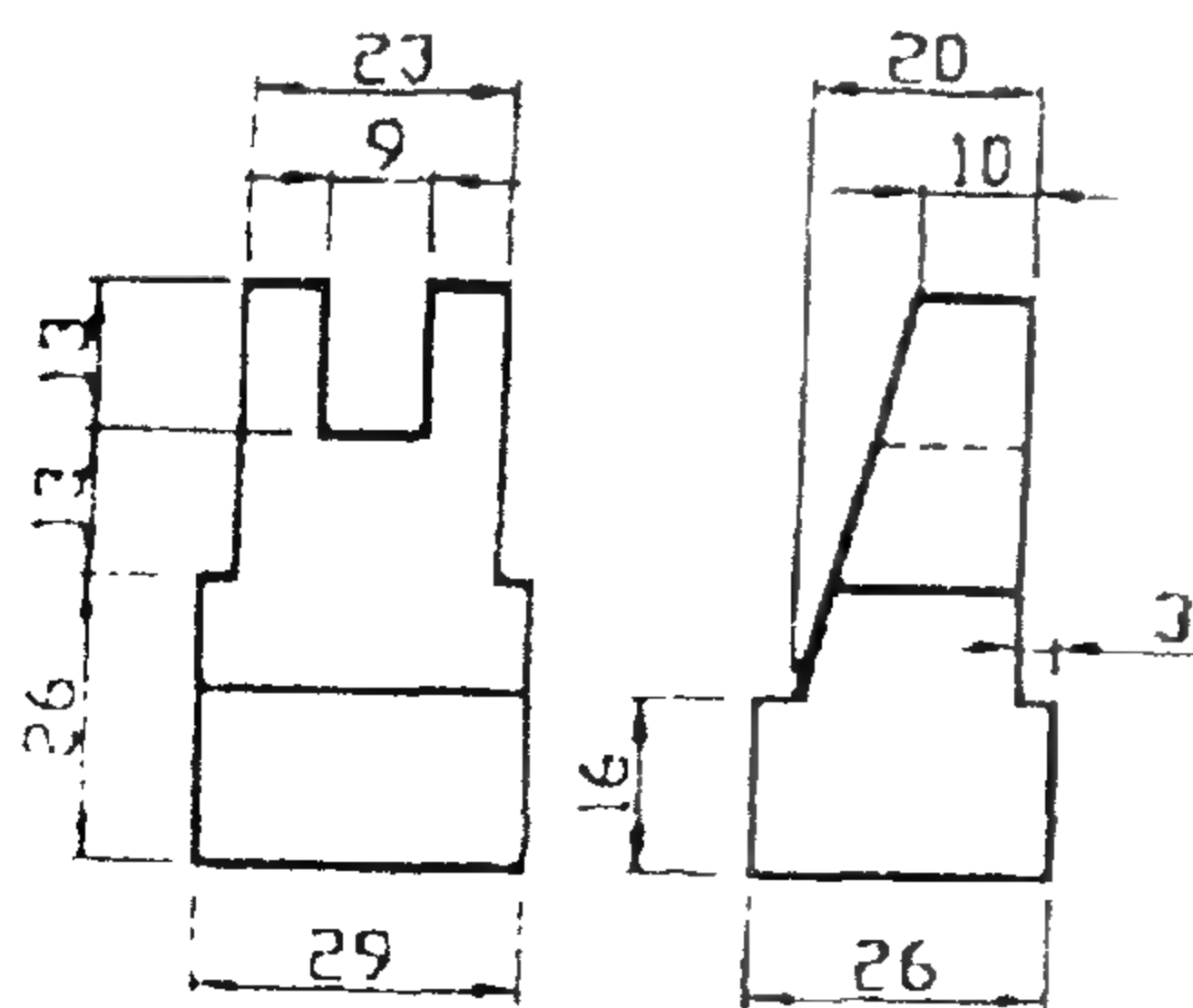
67



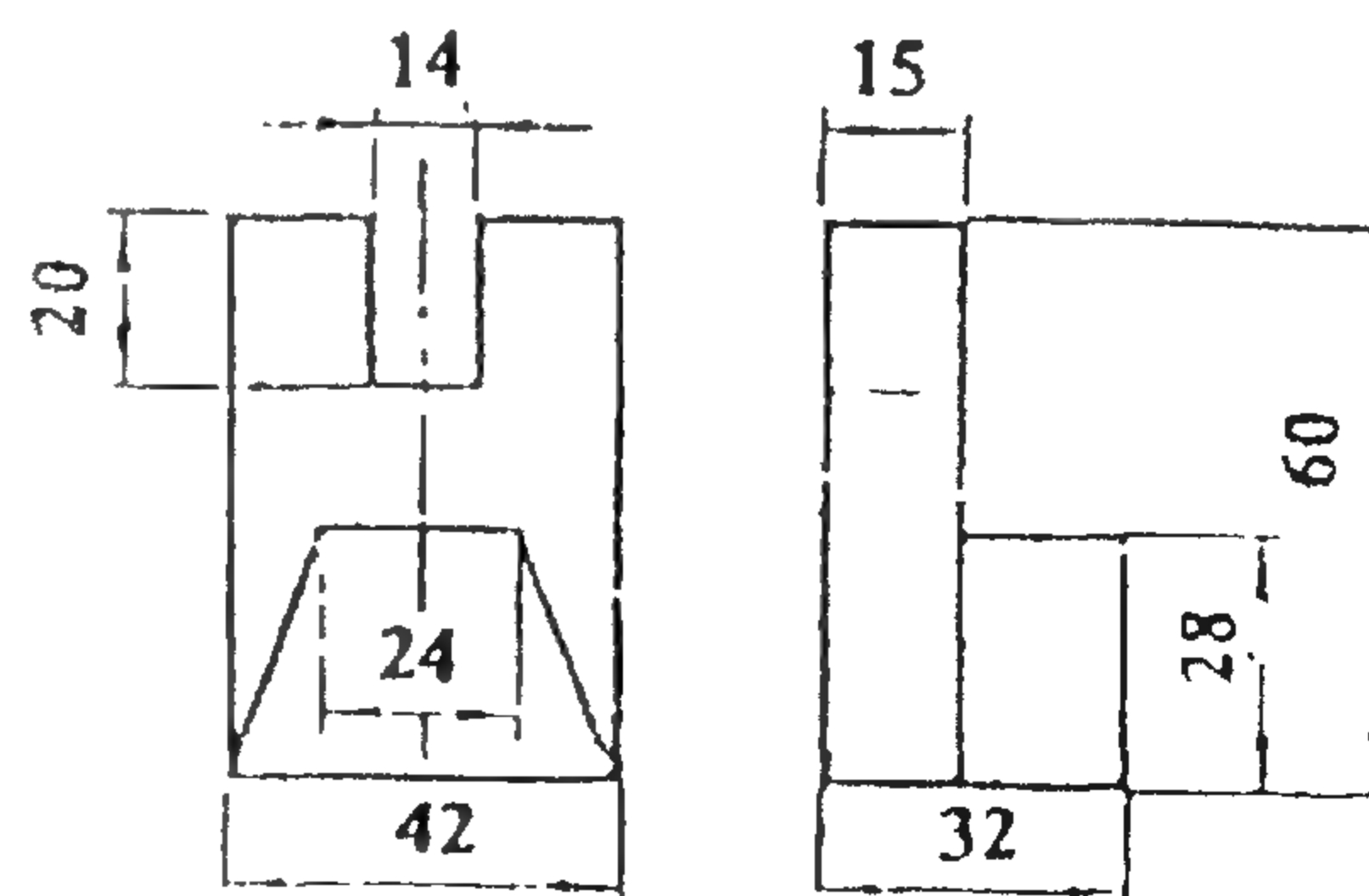
70



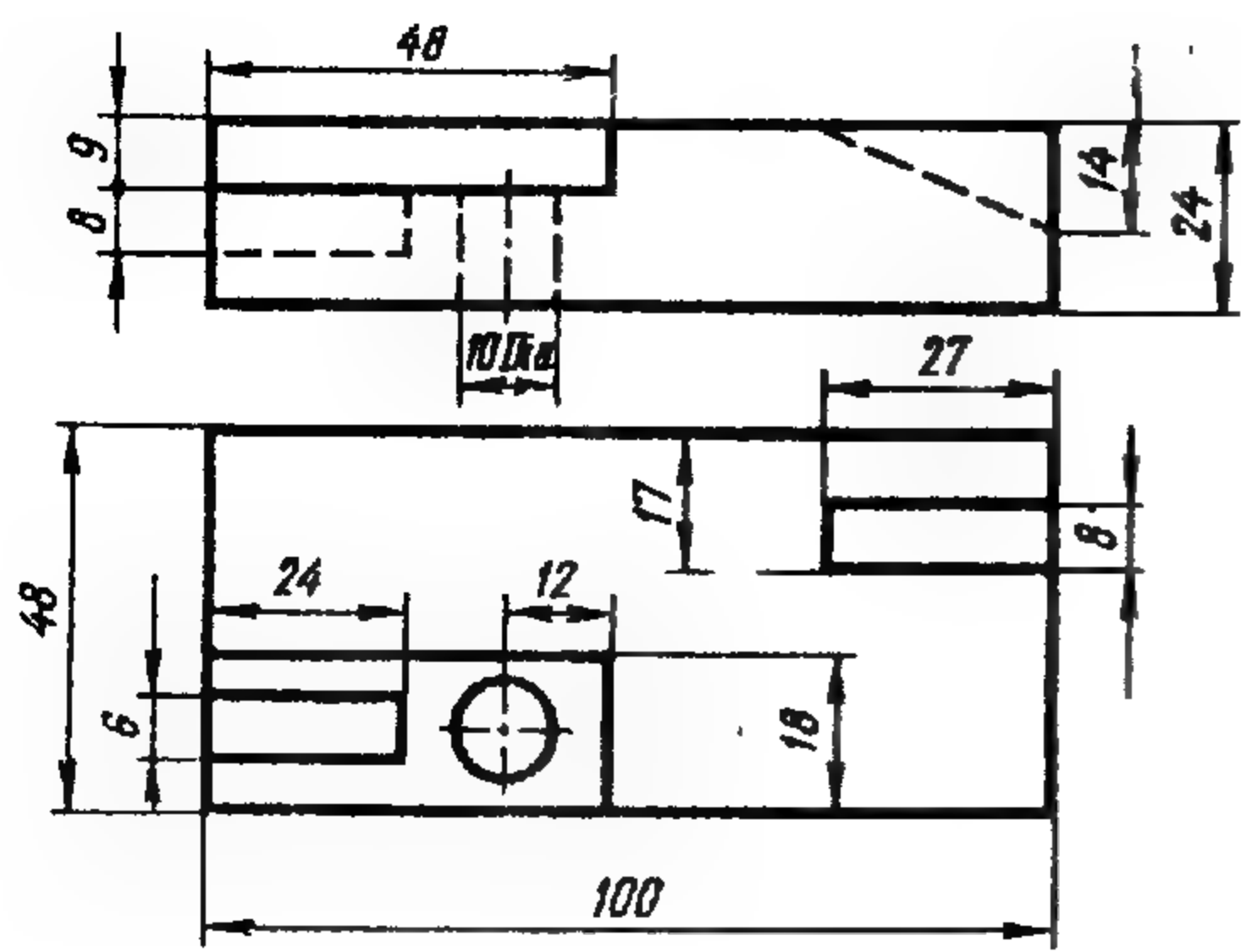
69



72

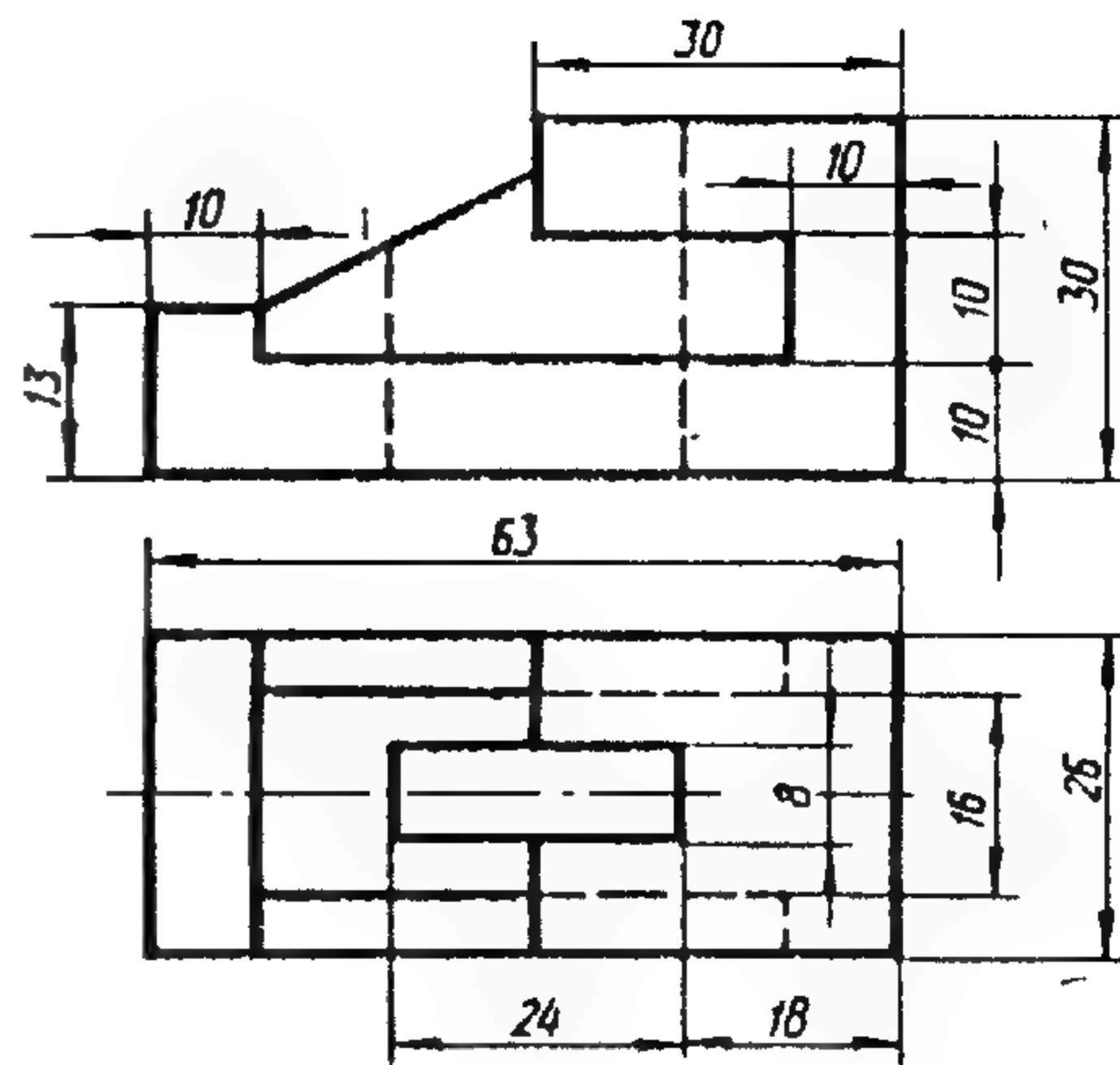


71

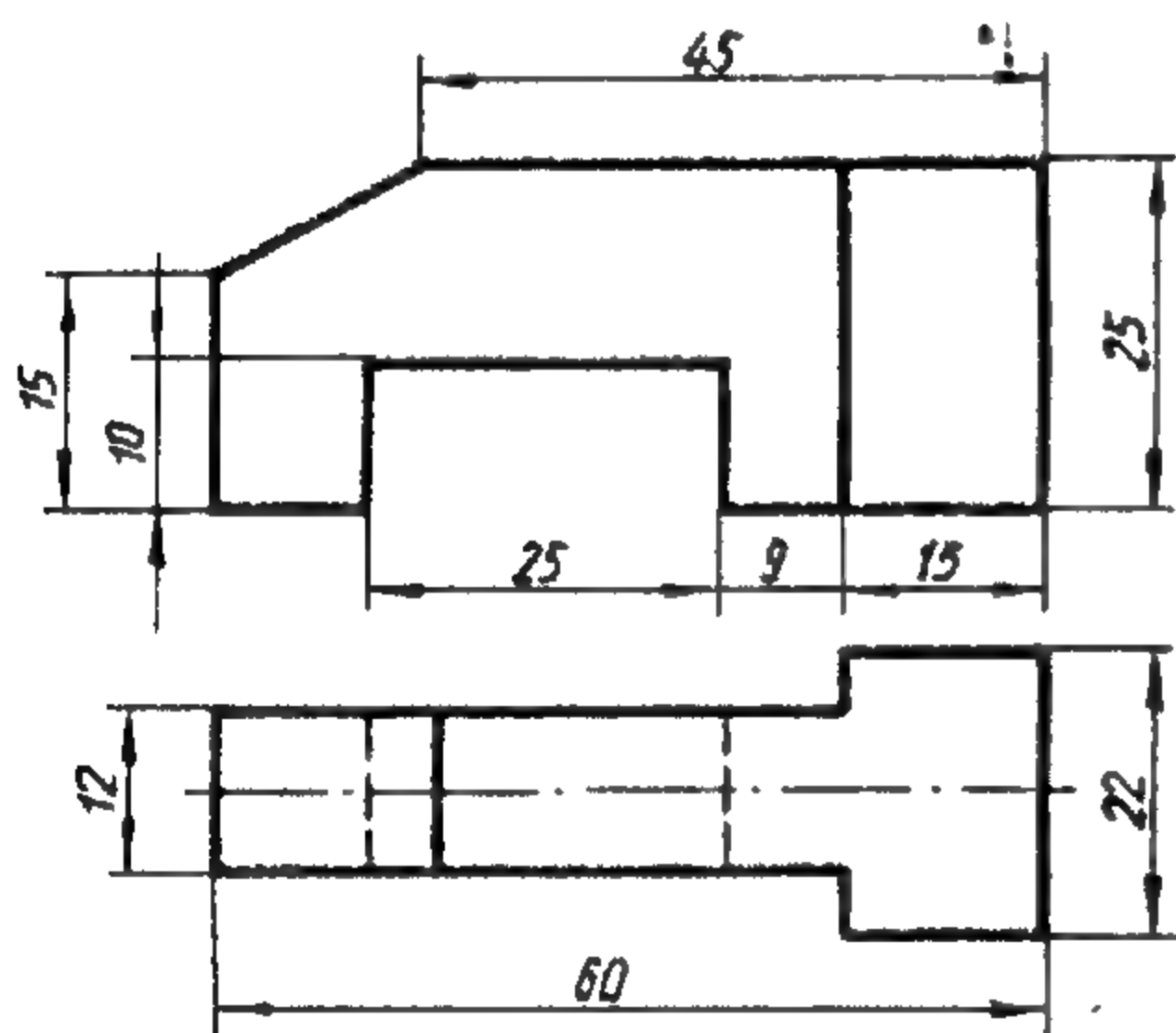


Plate

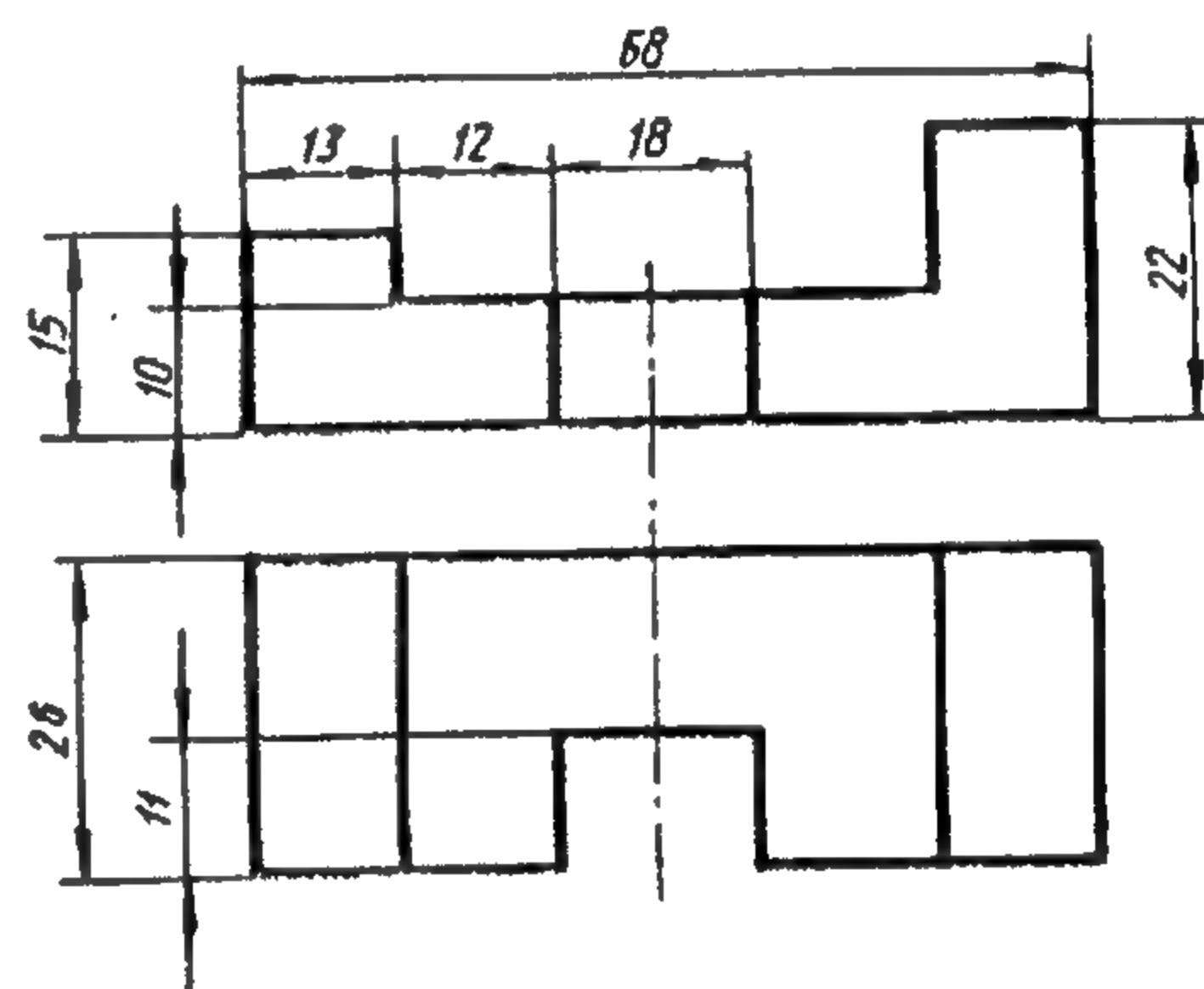
74



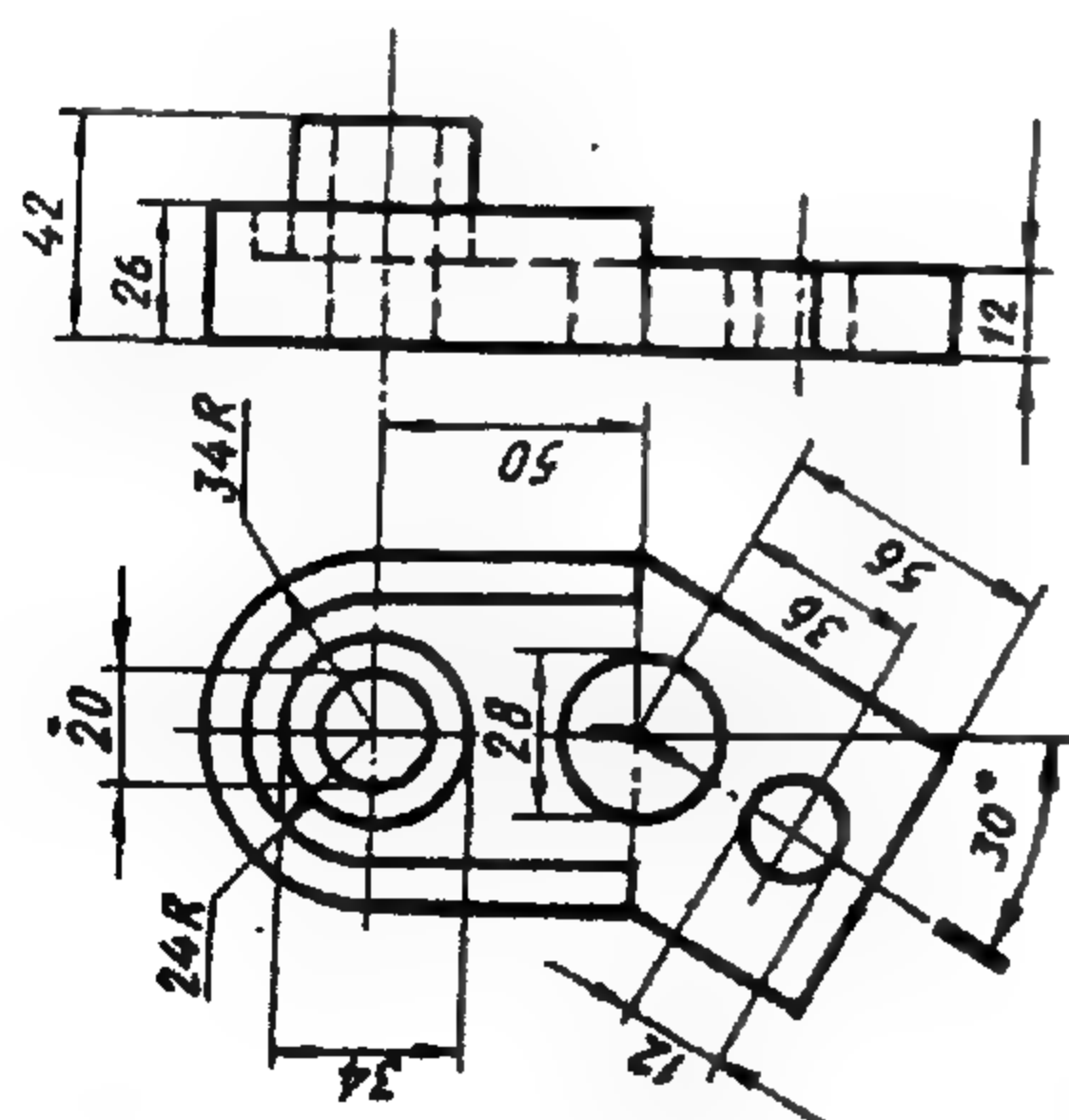
73



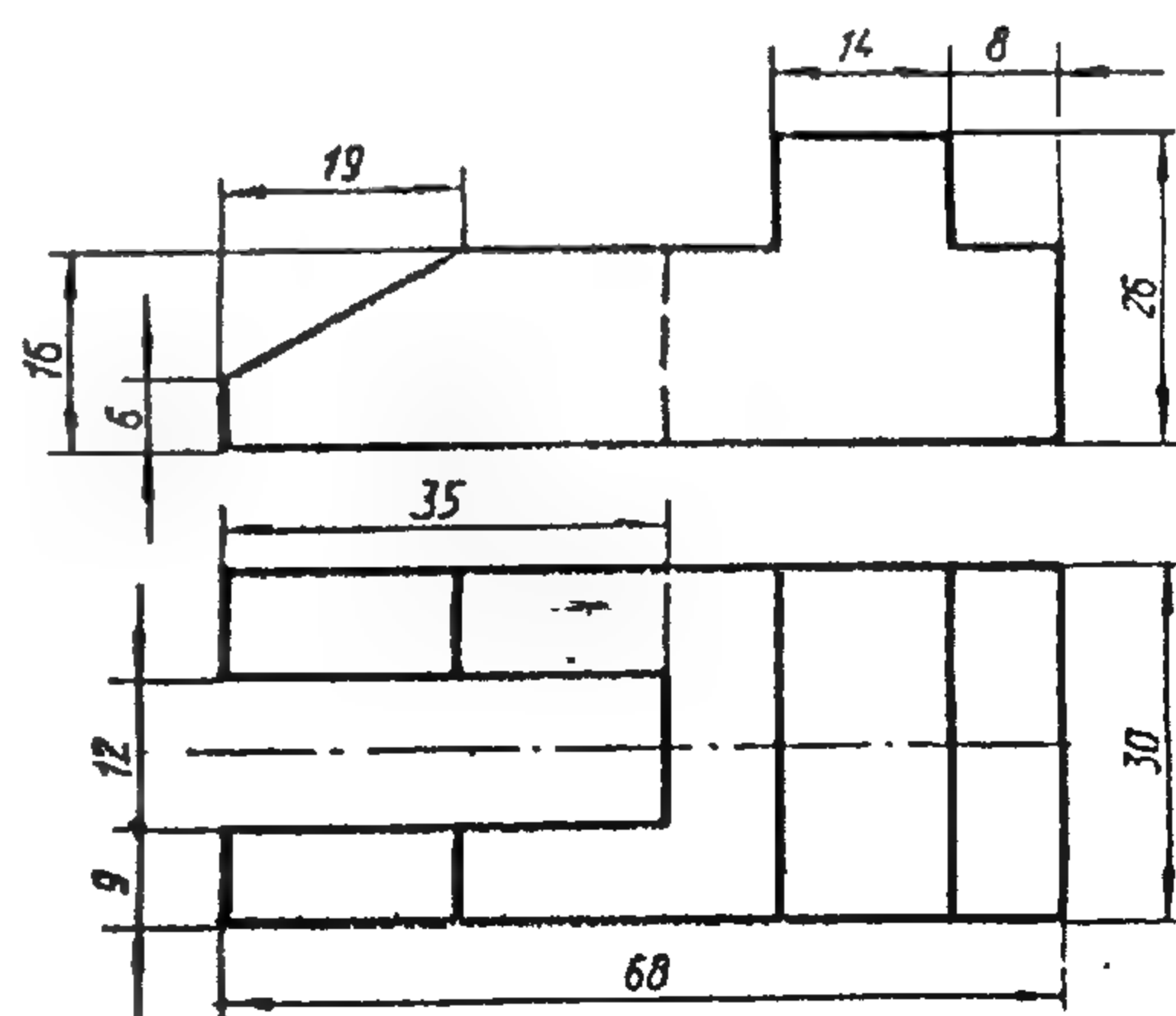
76



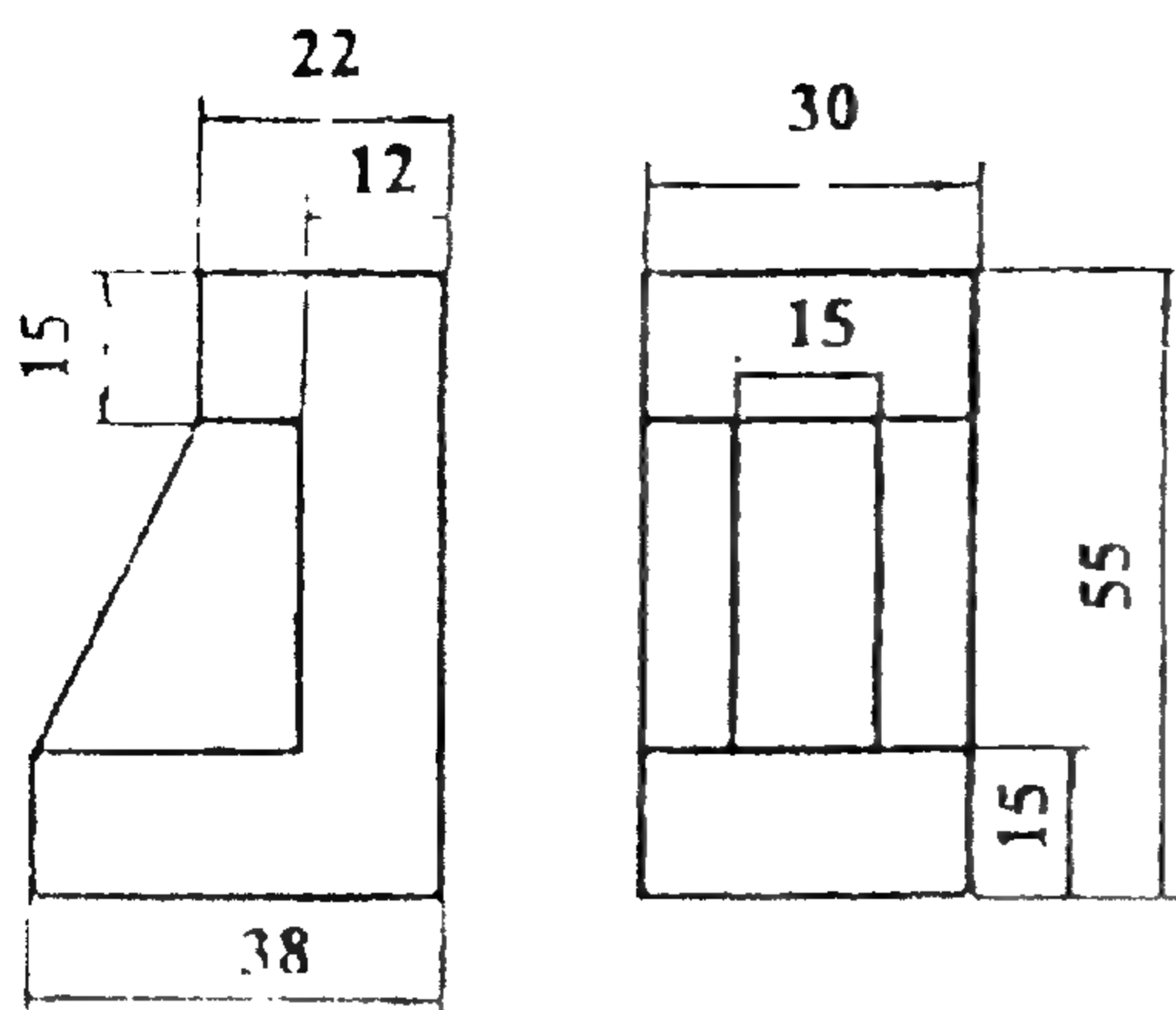
75



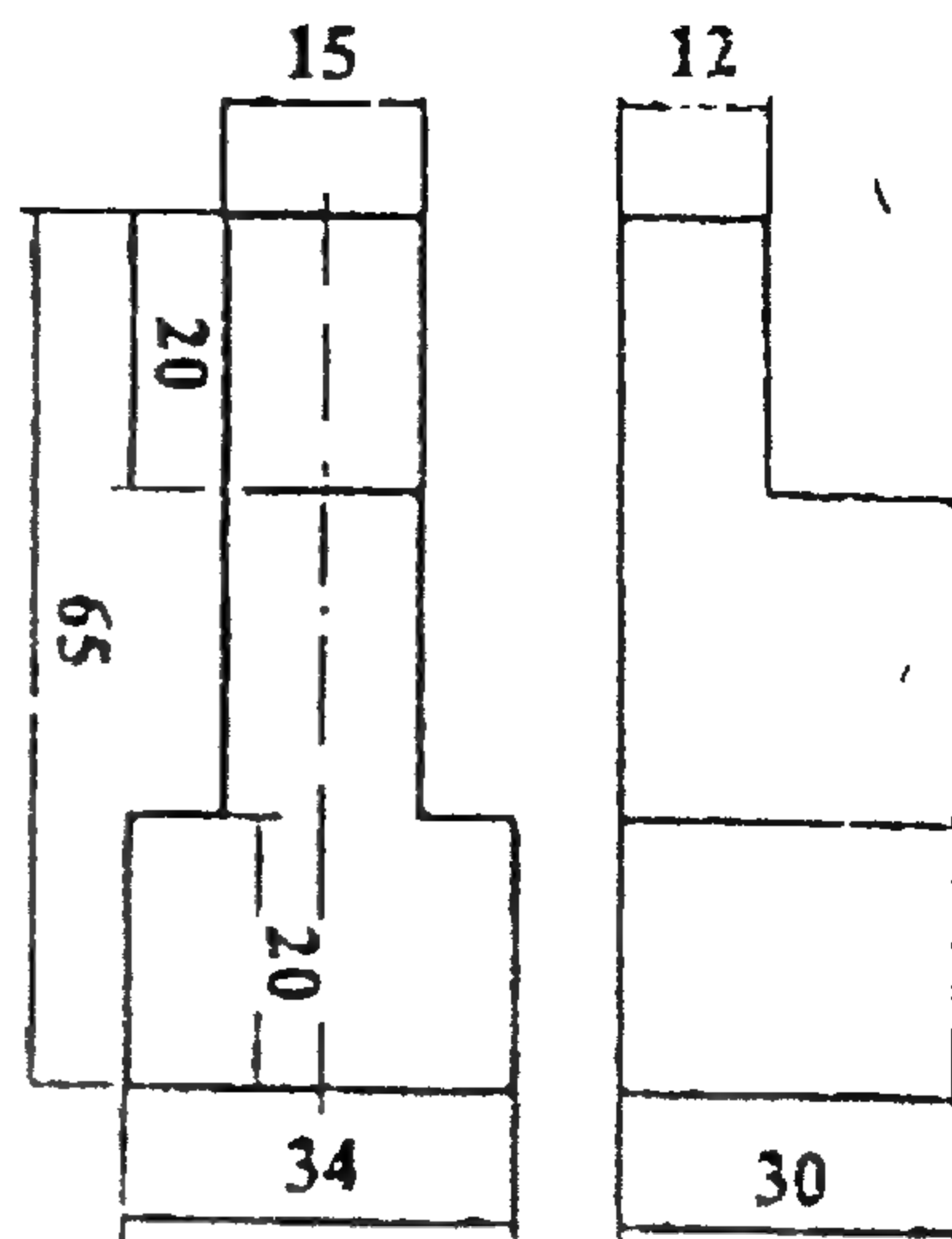
78



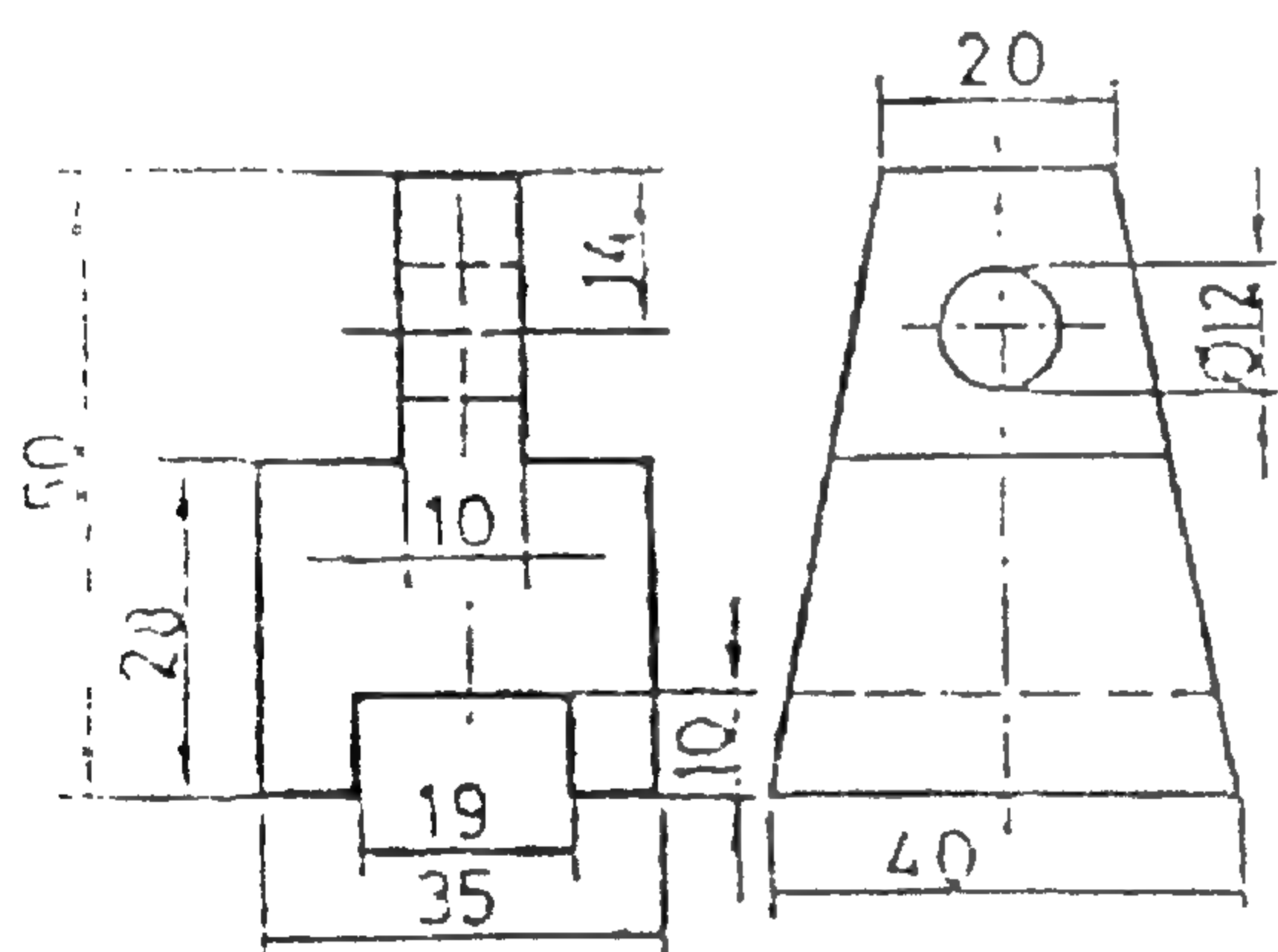
77



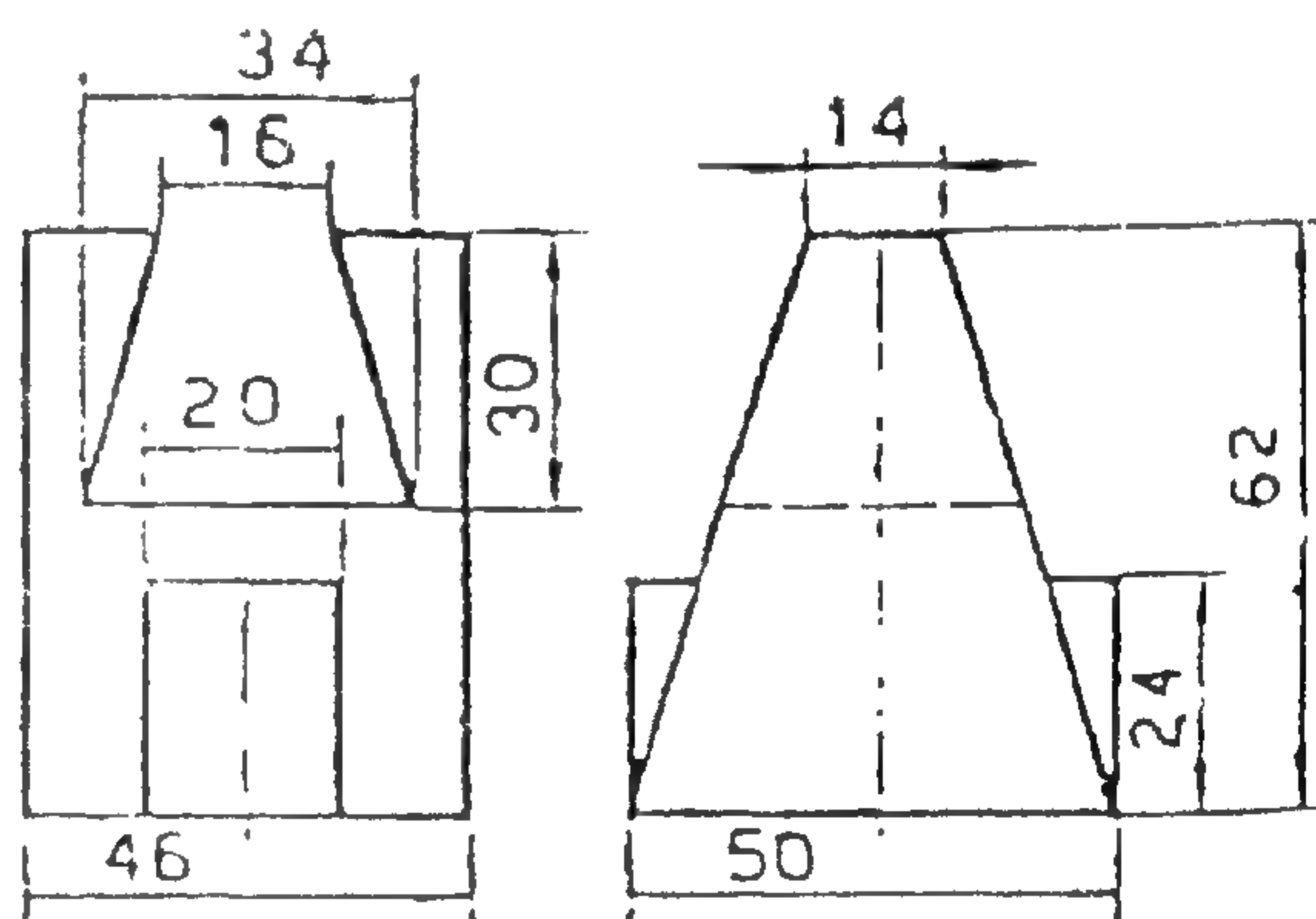
80



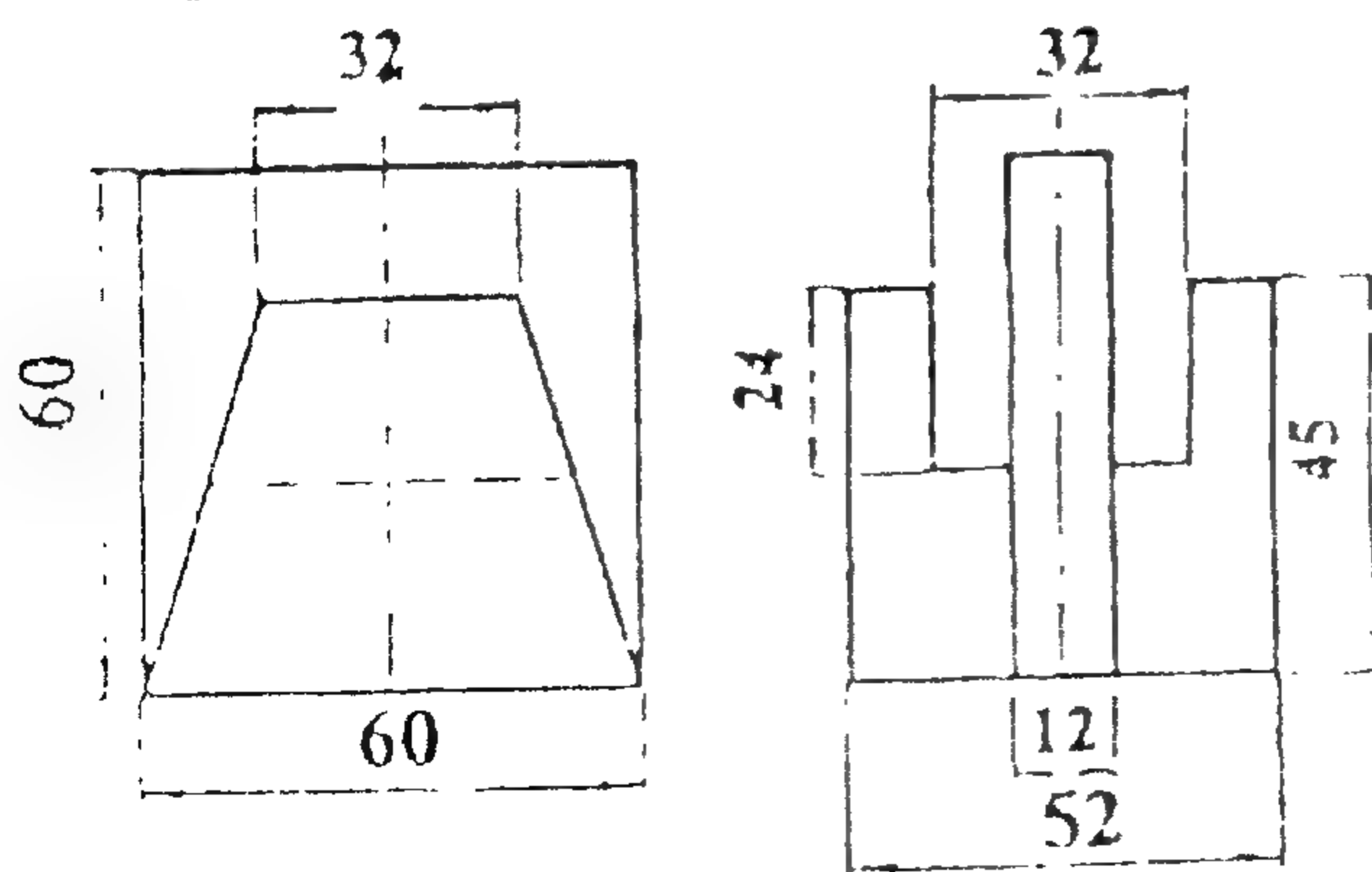
79



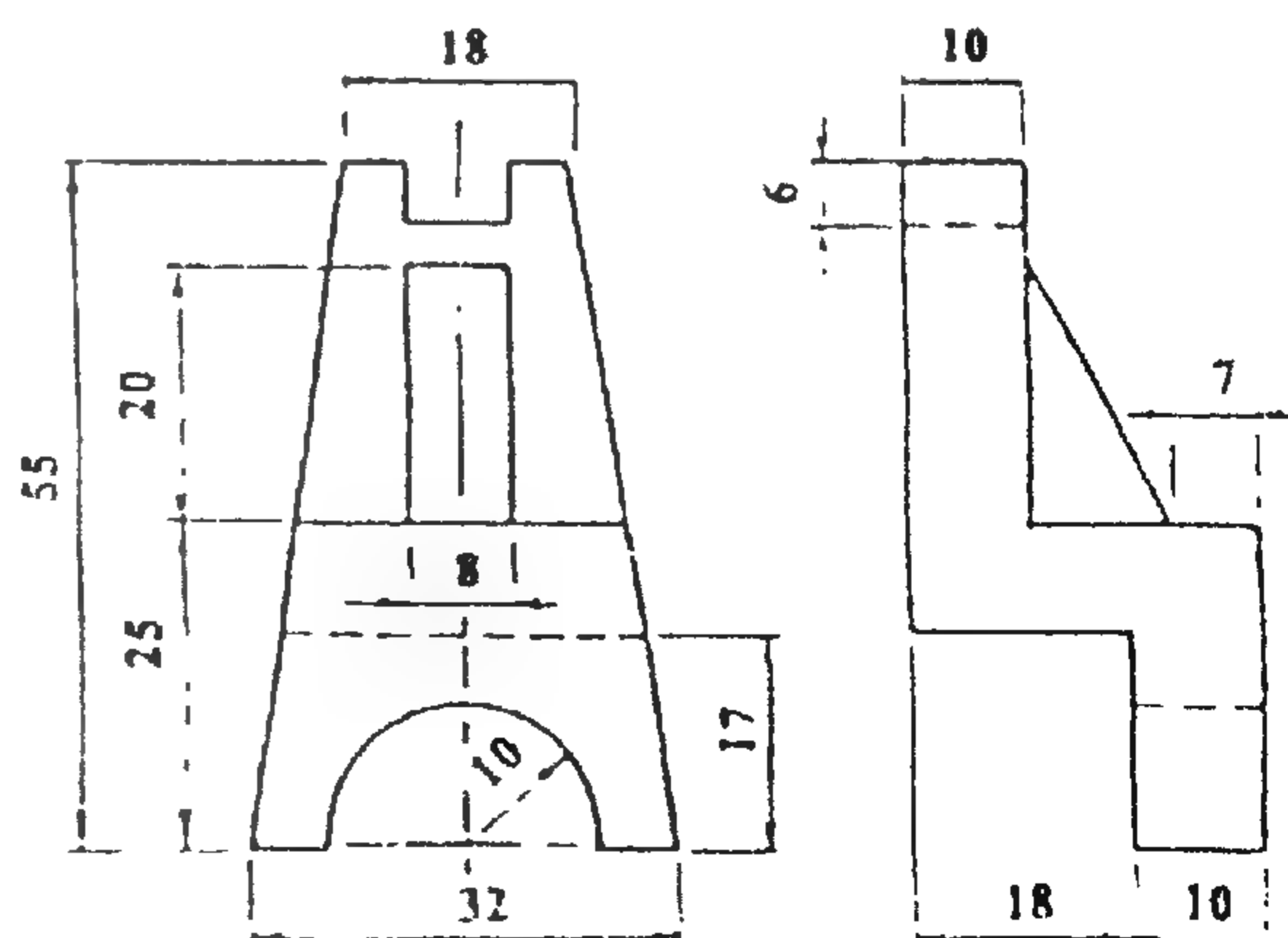
82



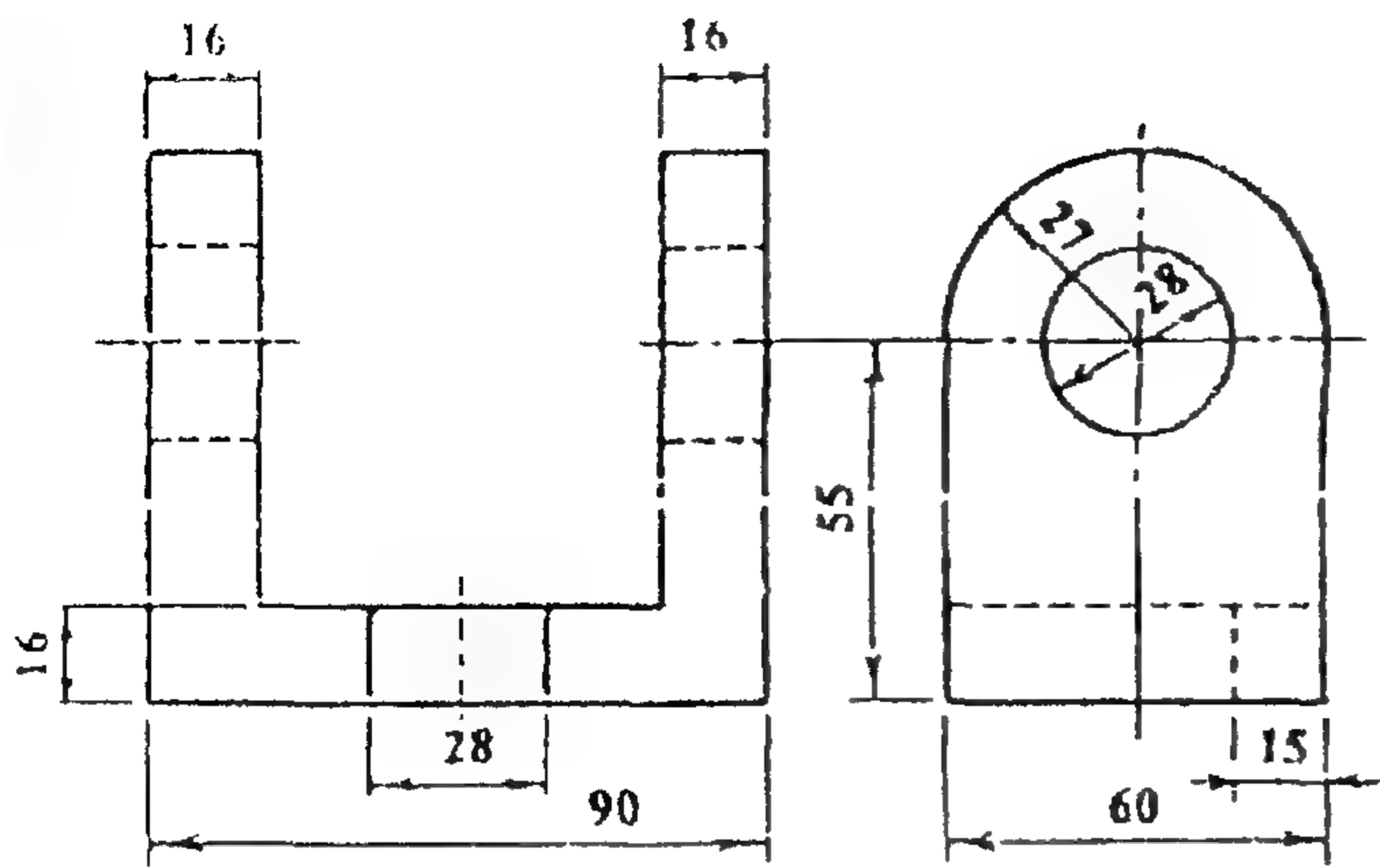
81



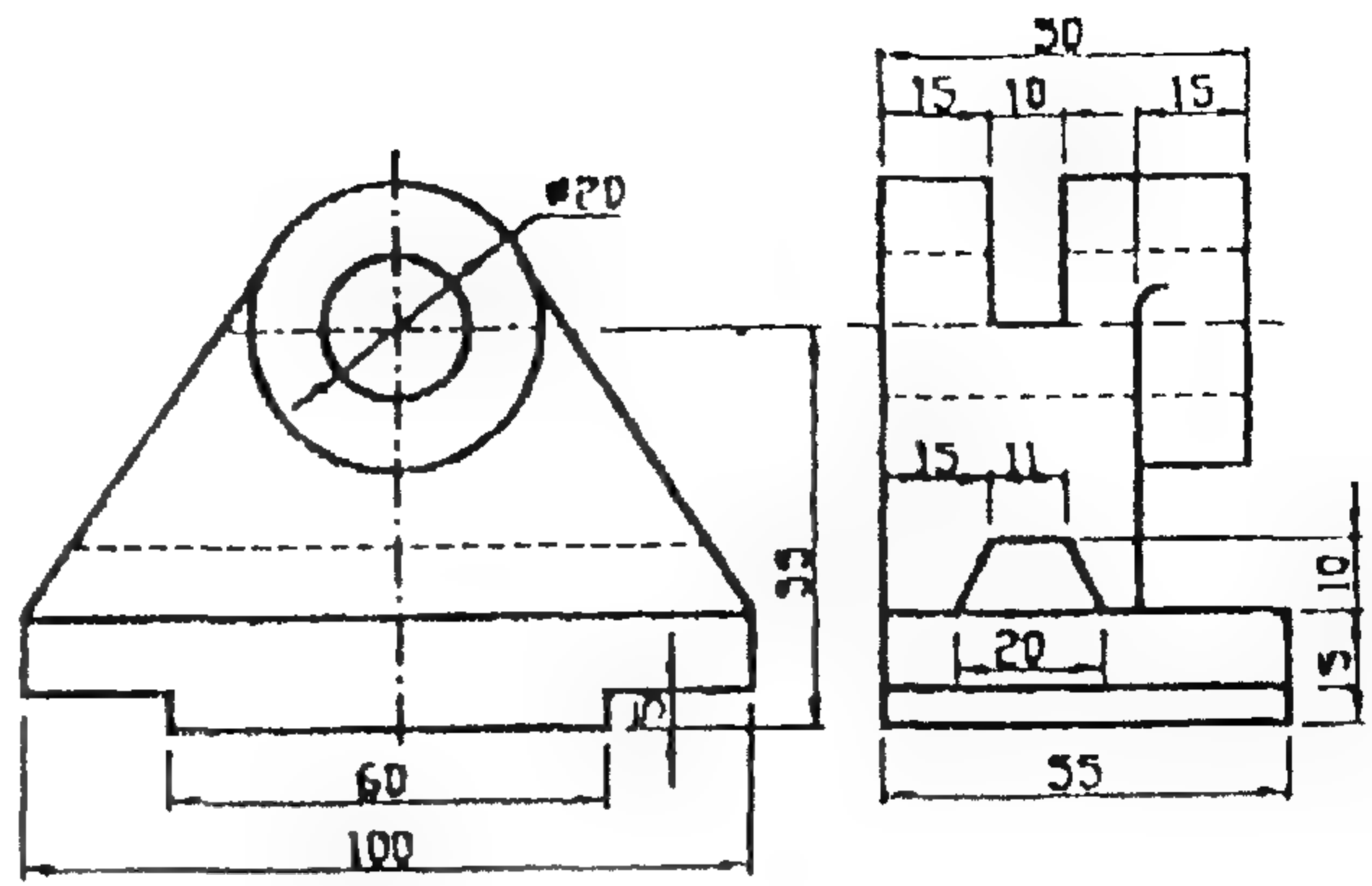
84



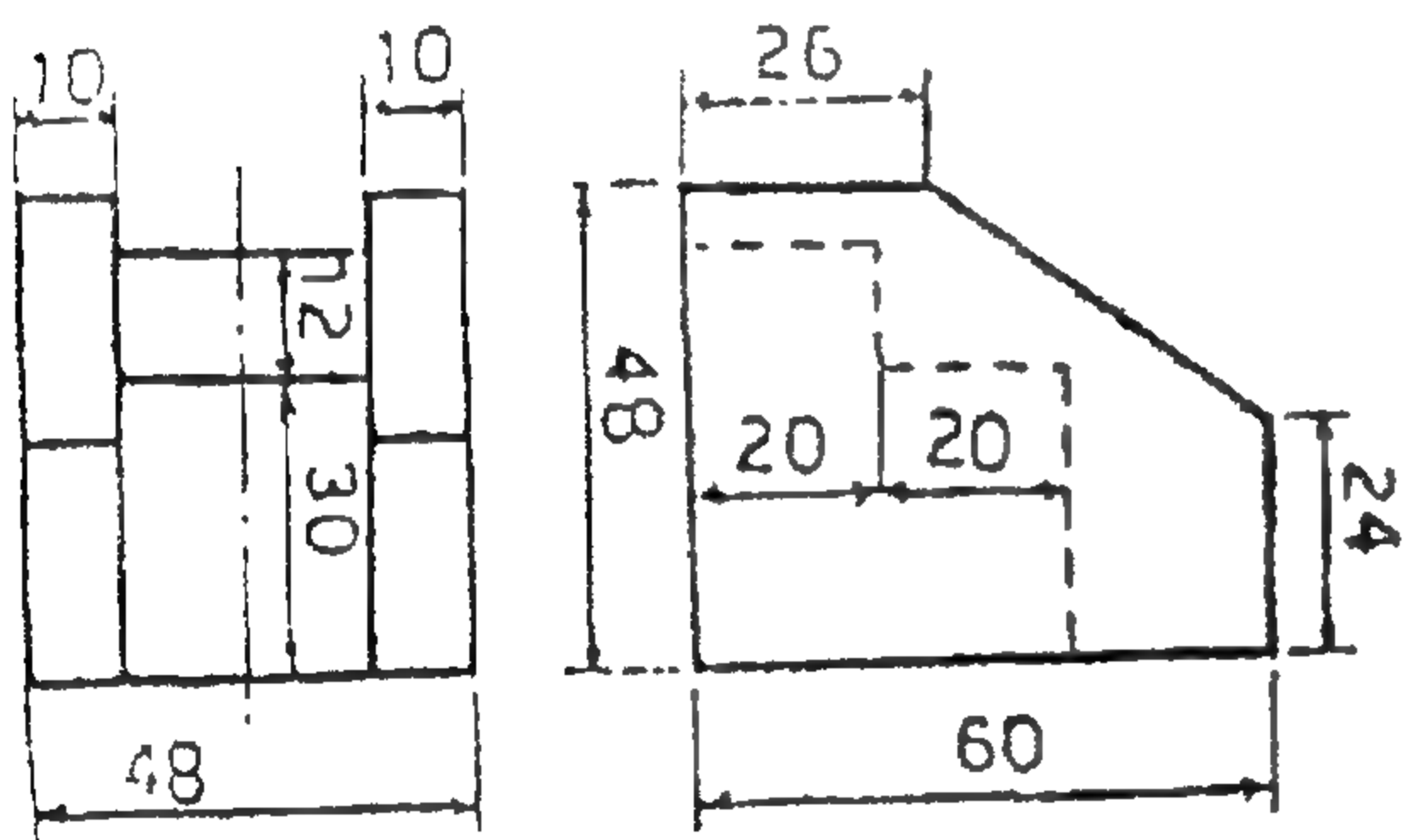
83



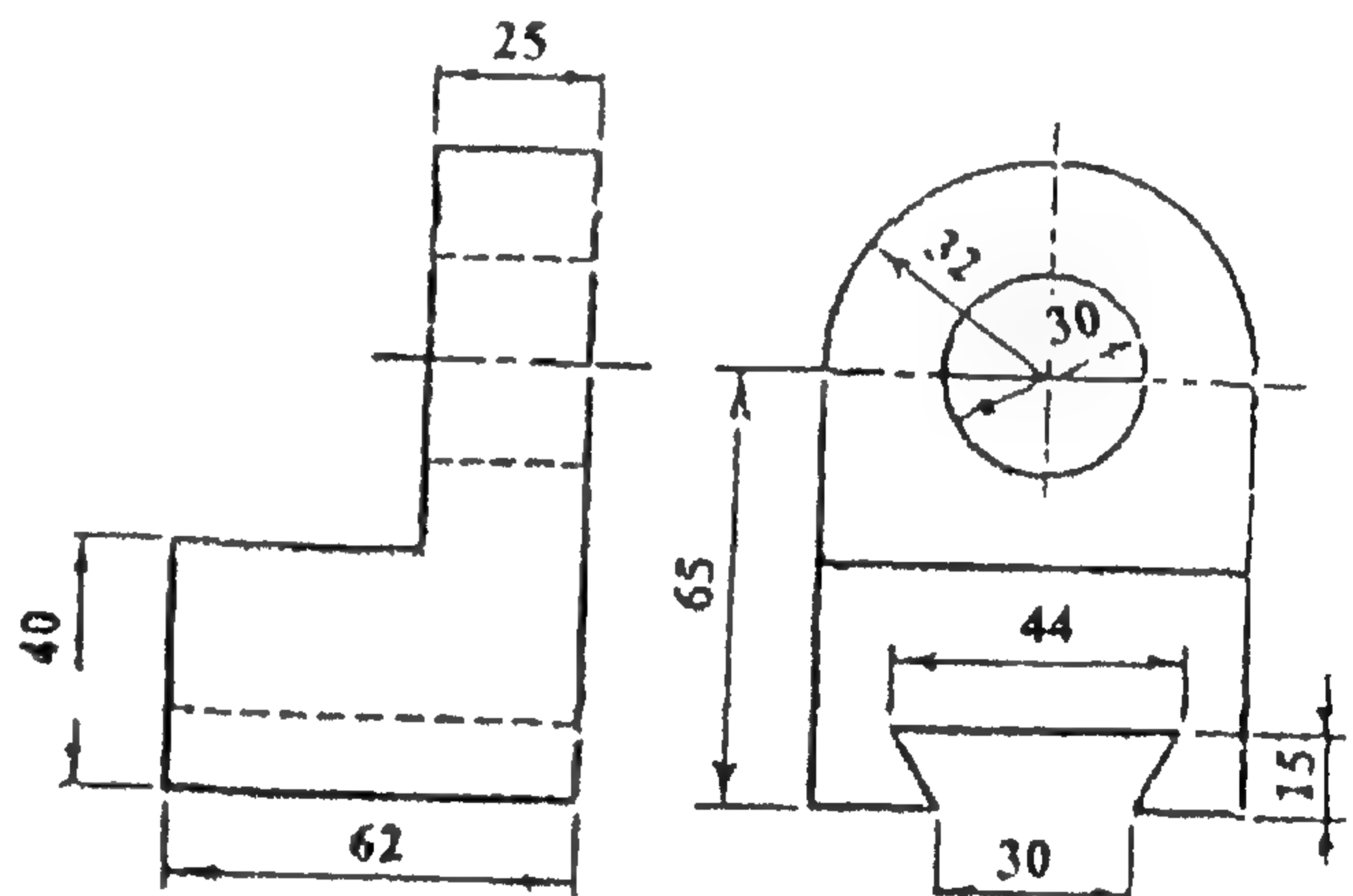
86



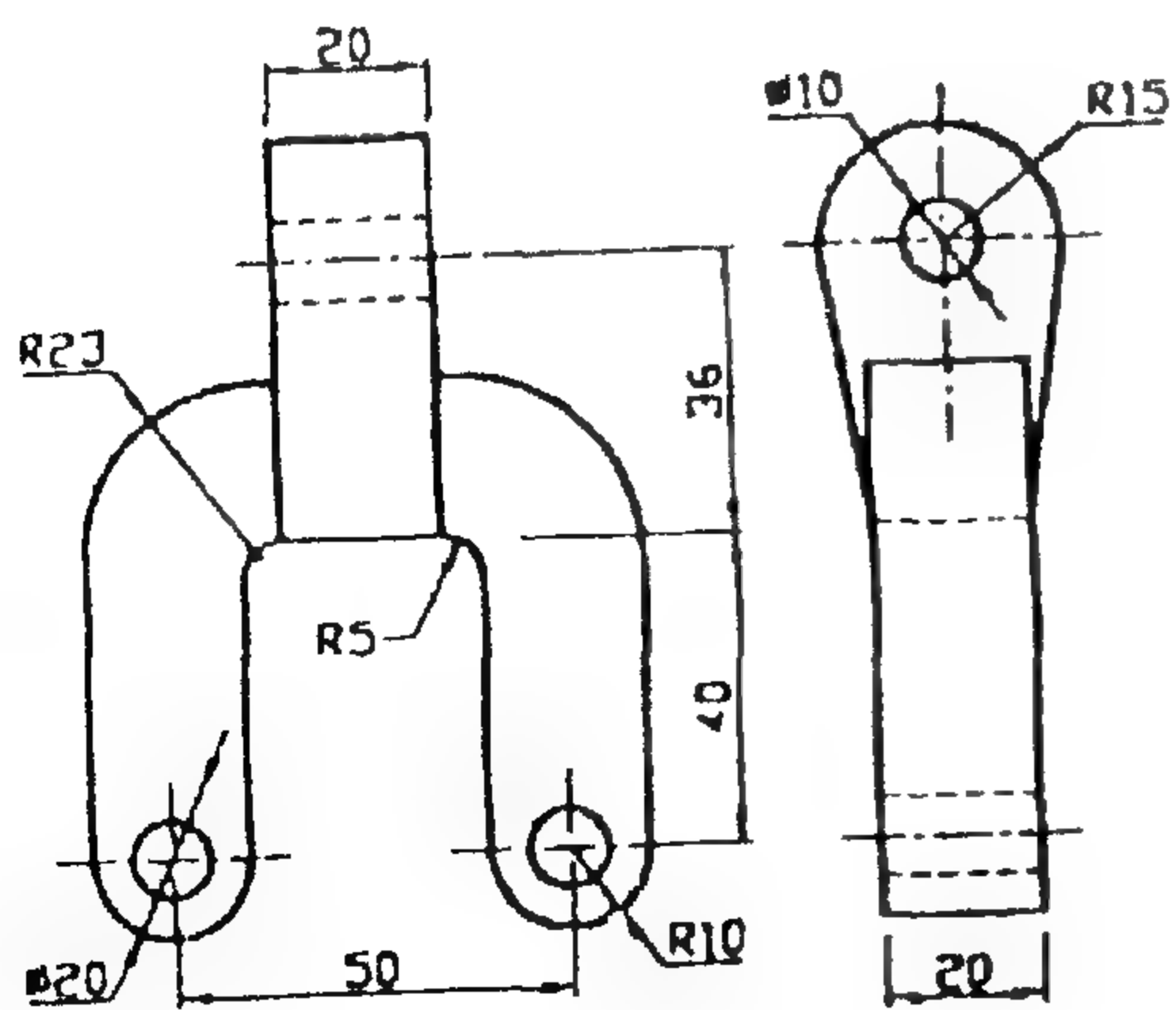
85



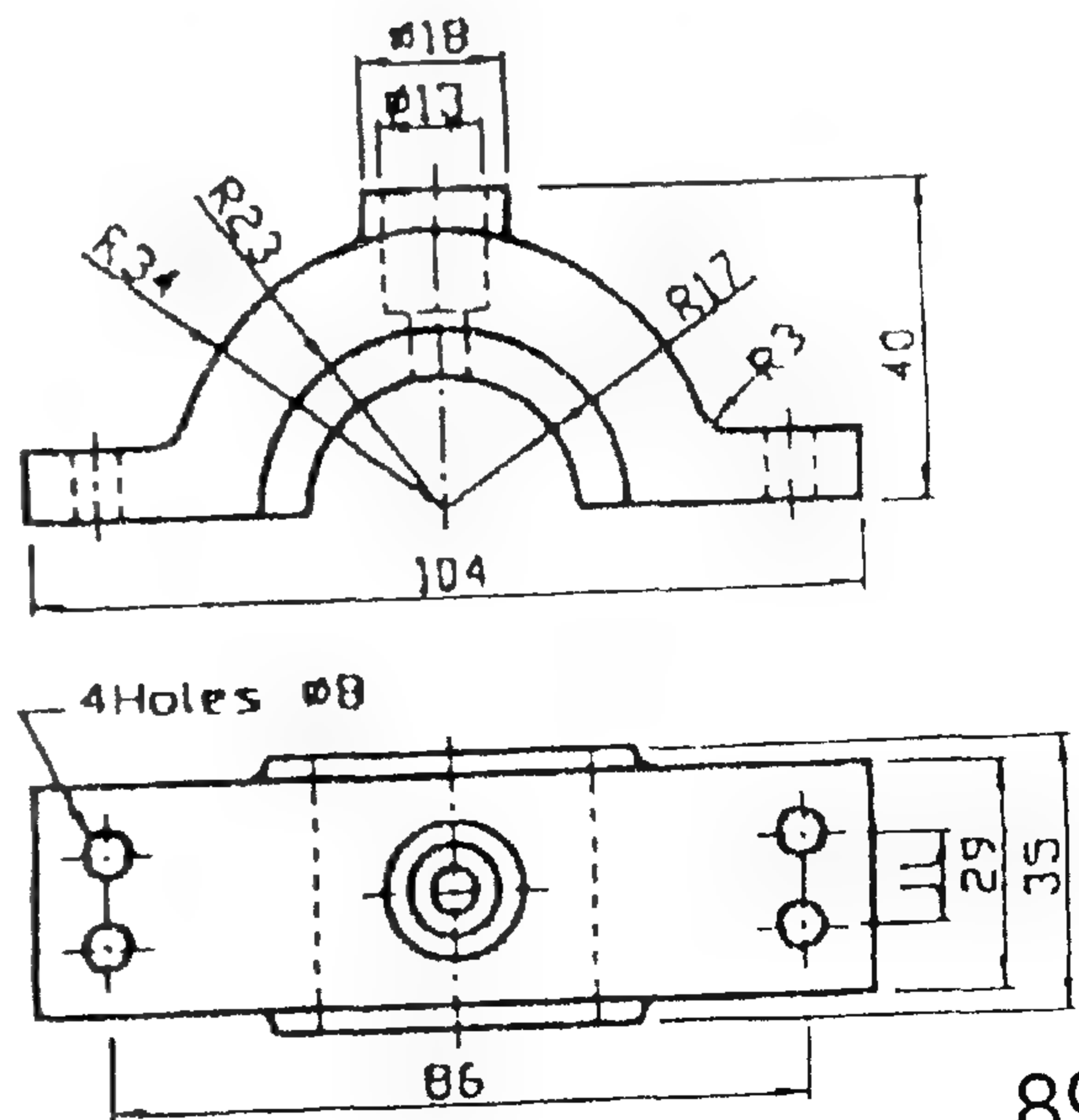
88



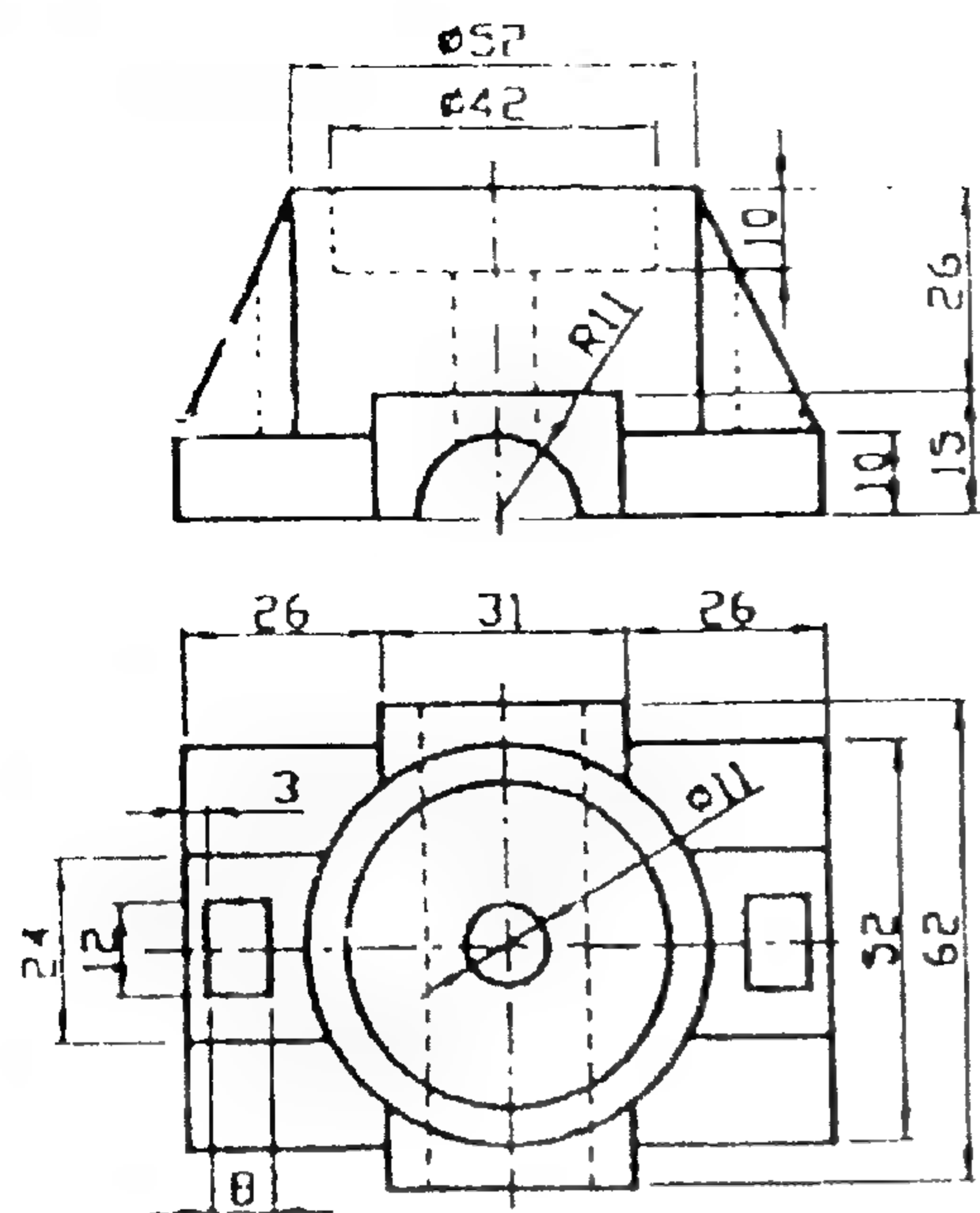
87



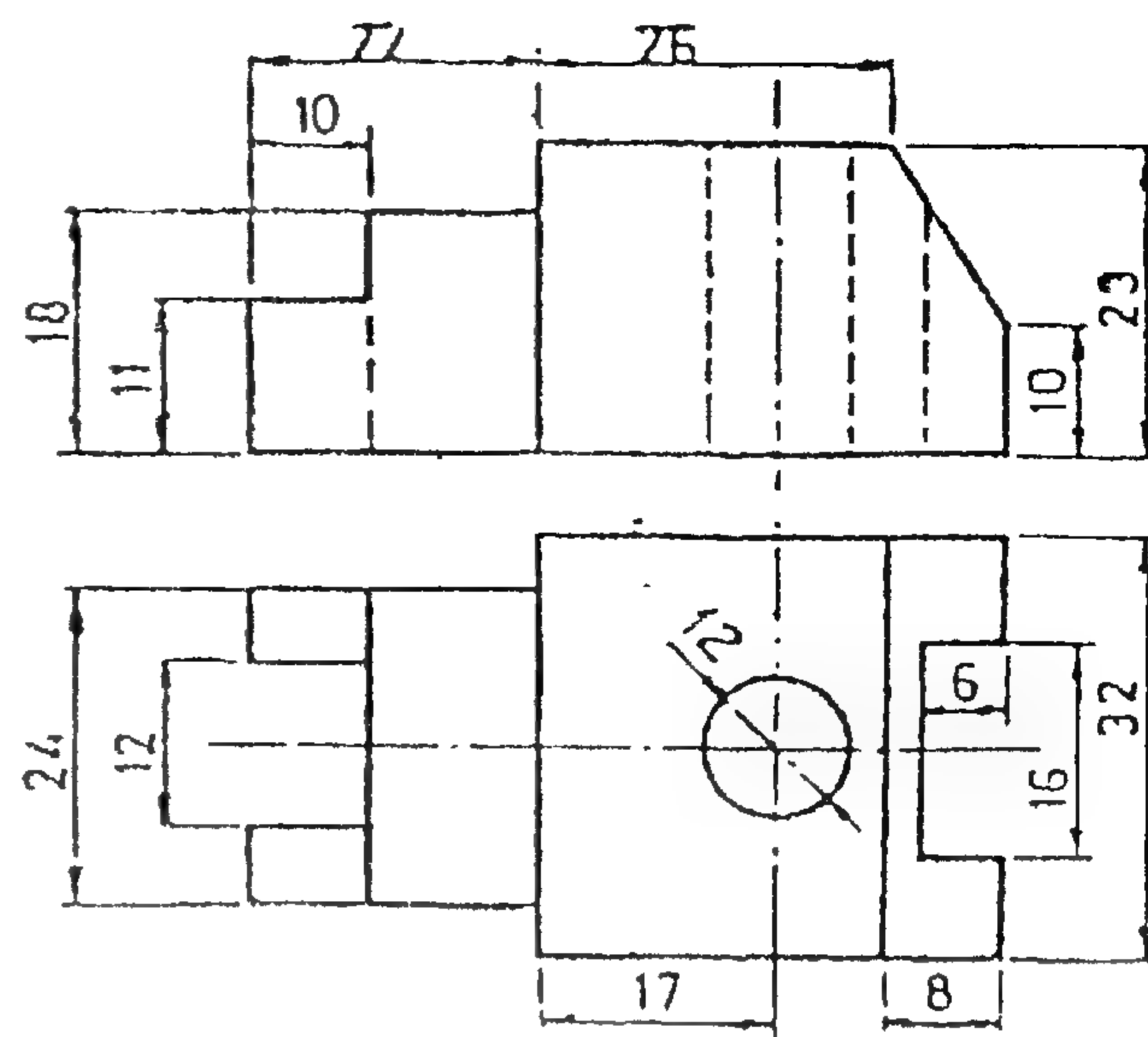
90



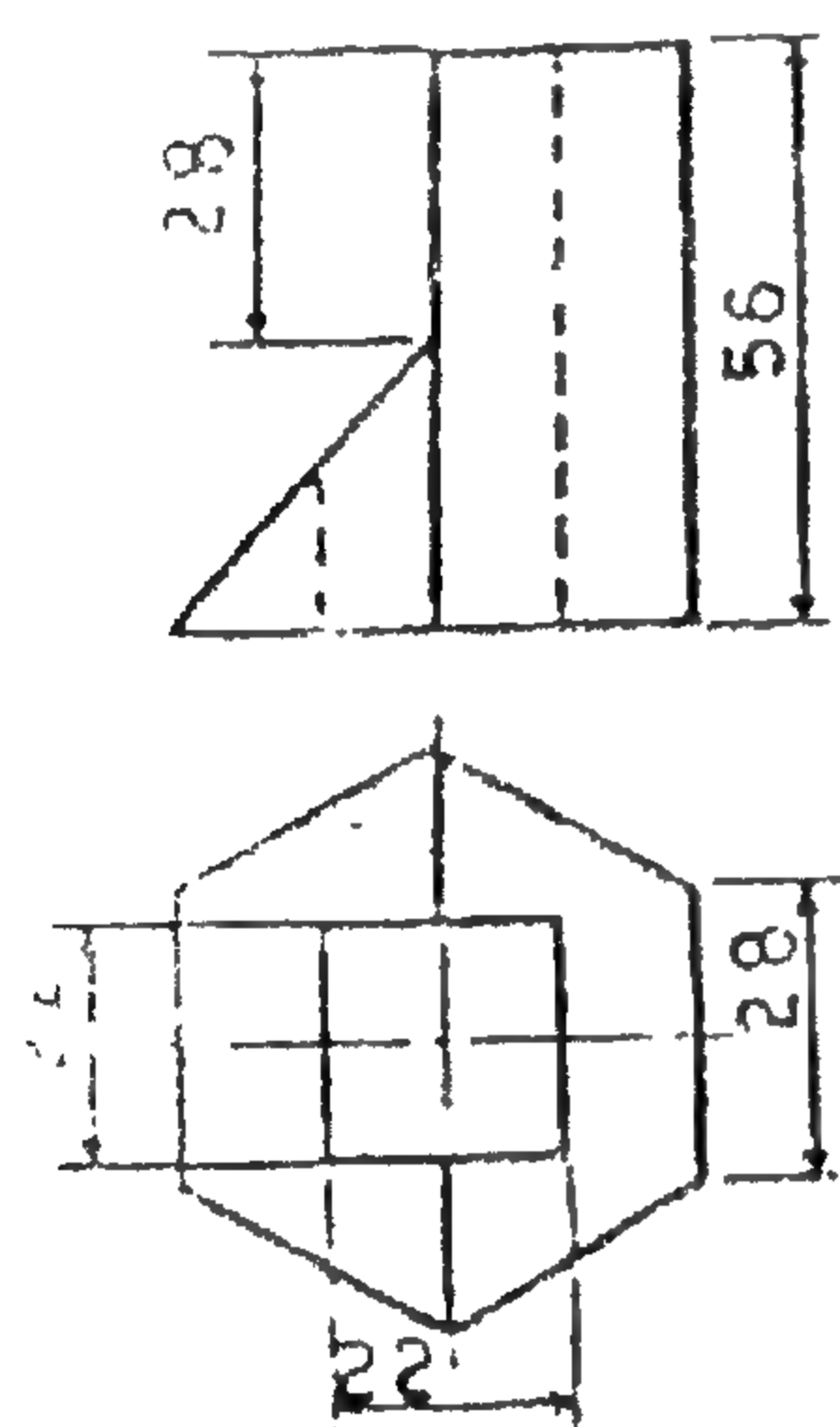
89



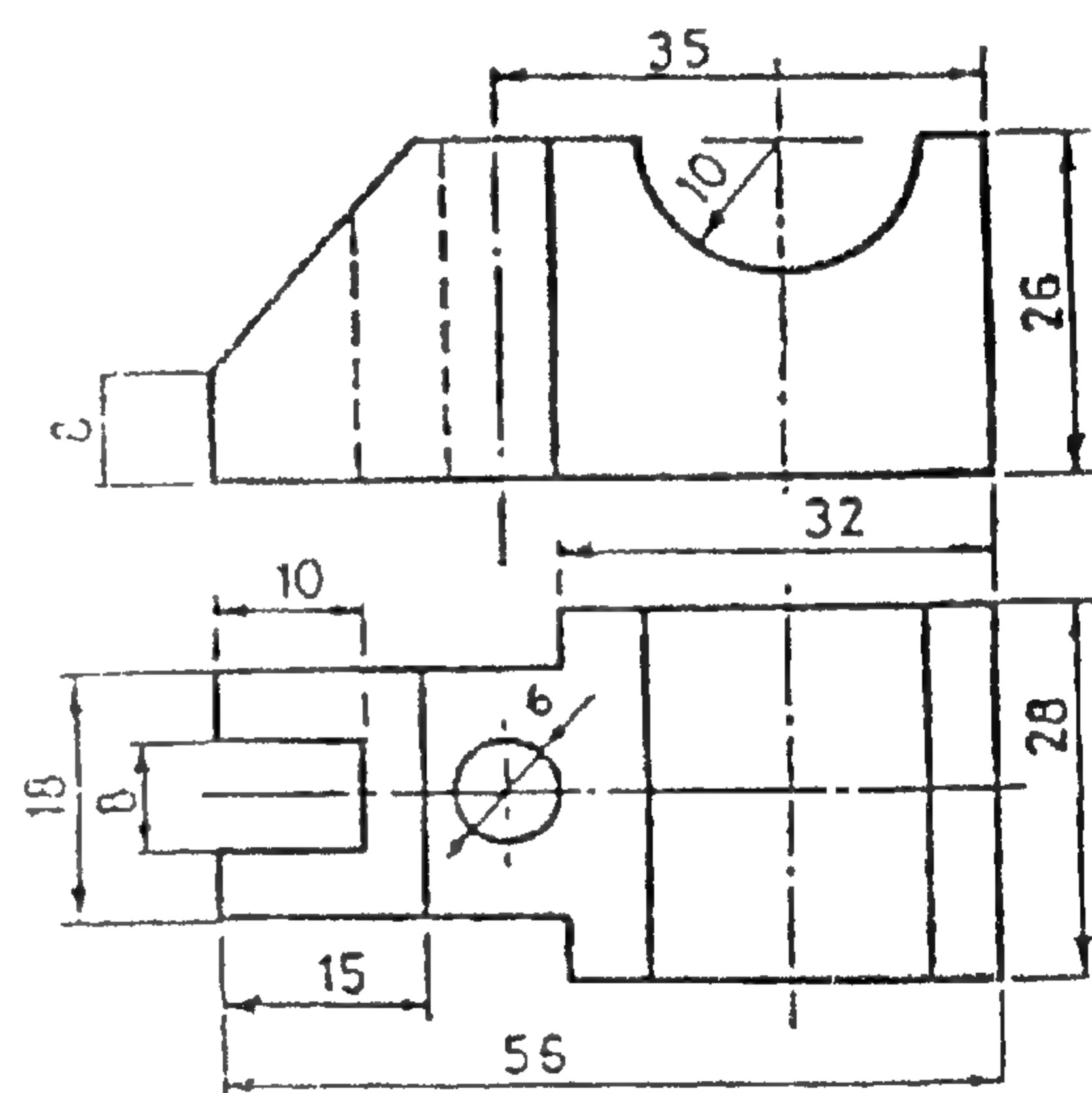
92



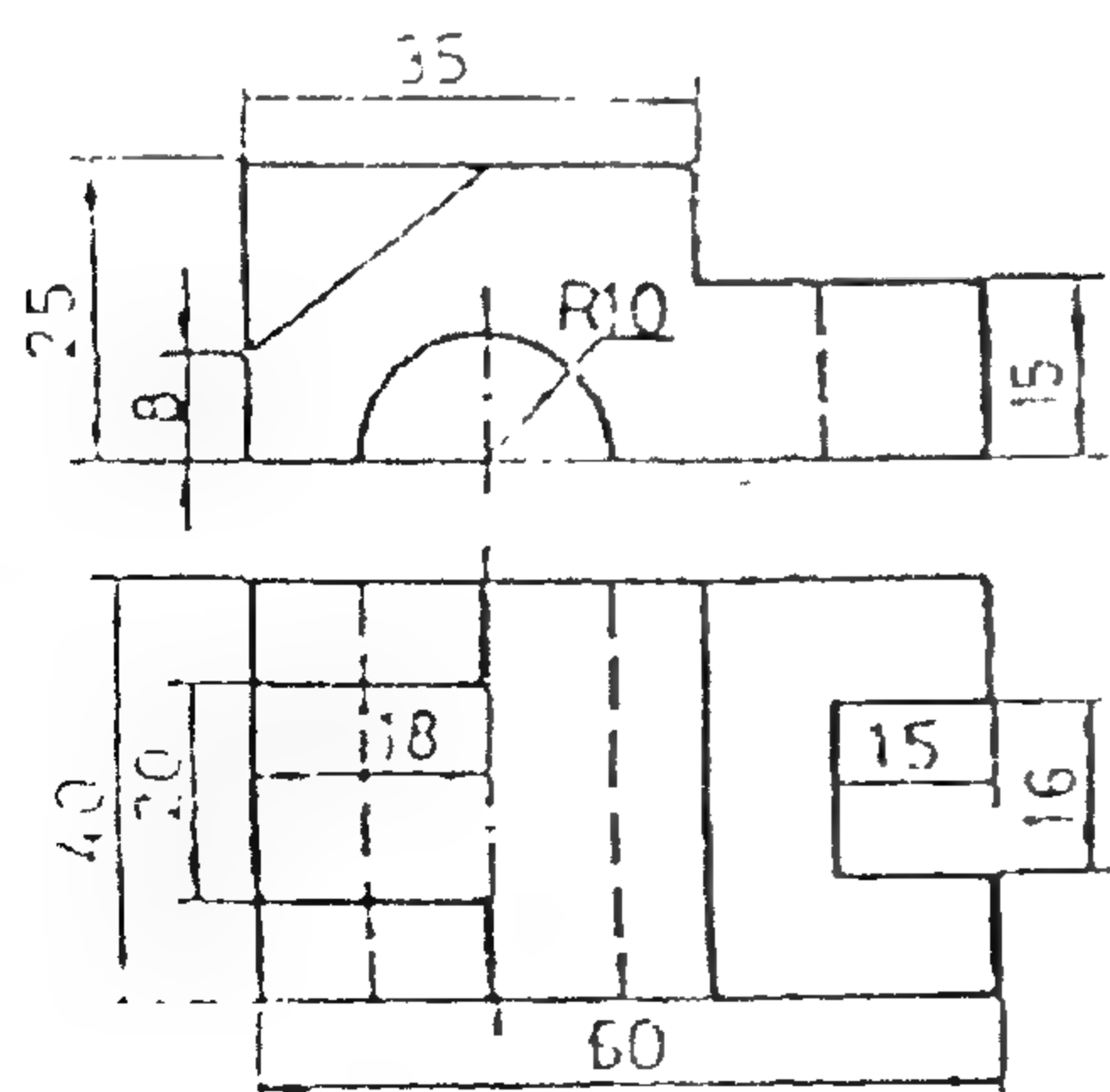
91



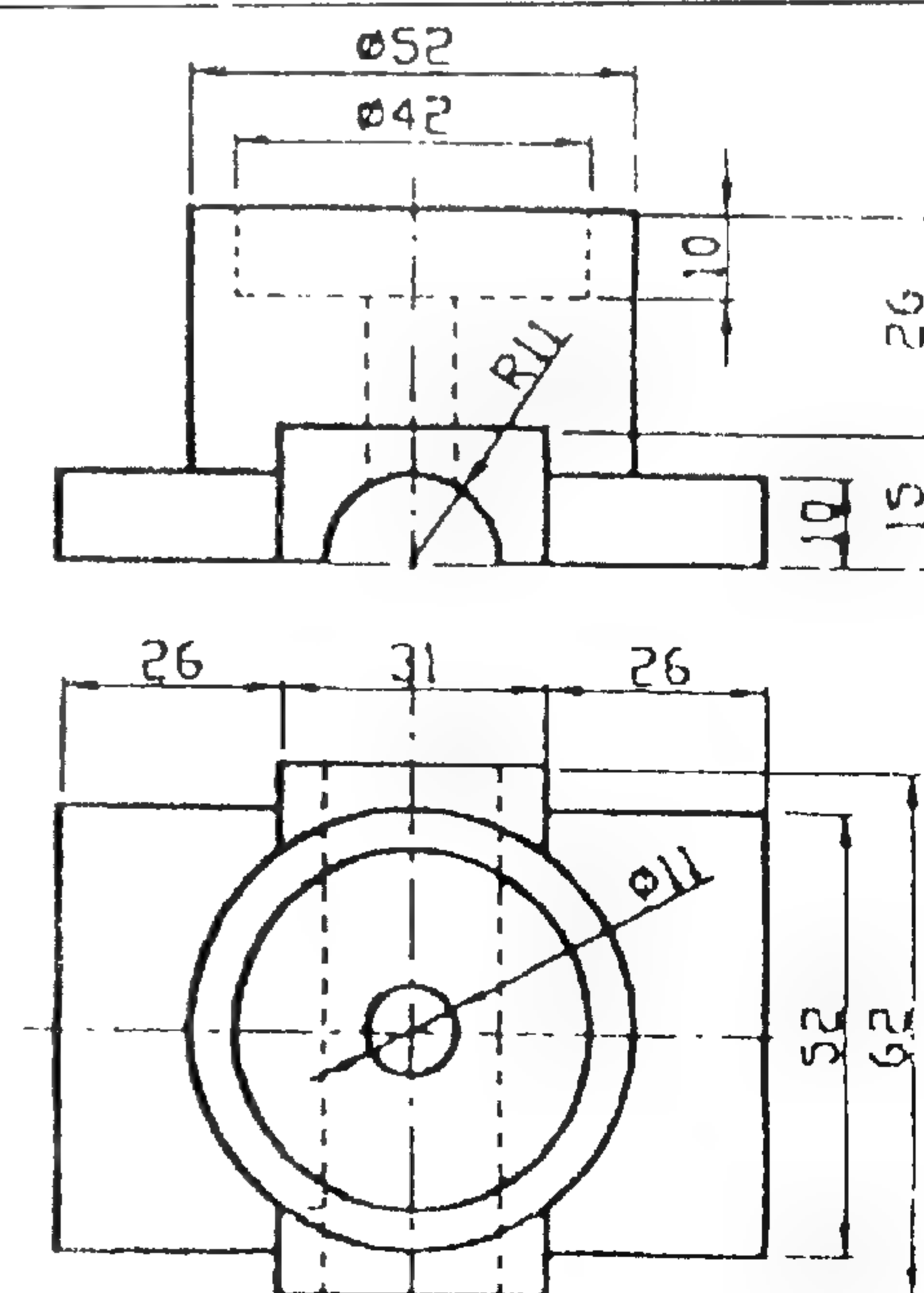
94



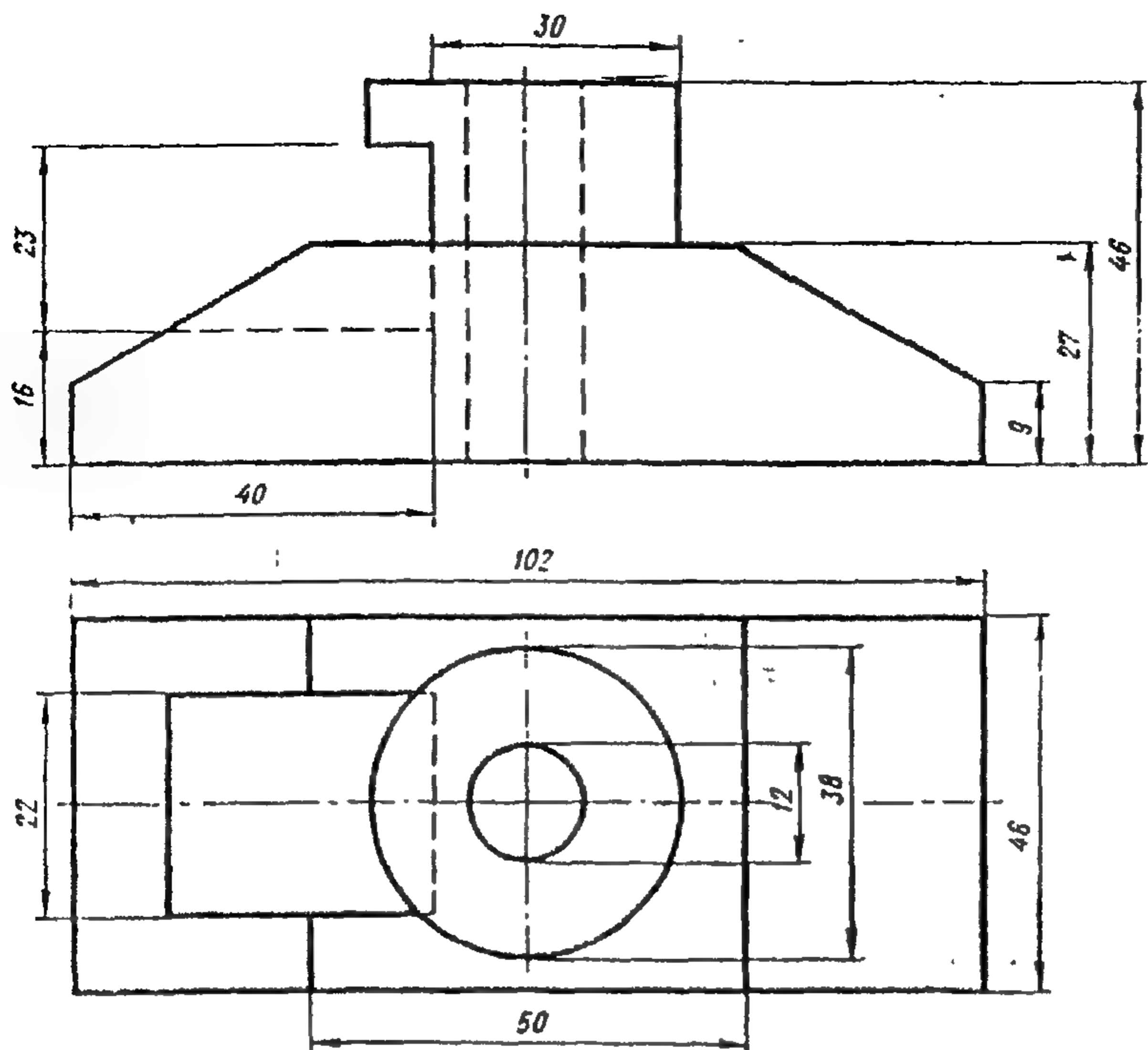
93



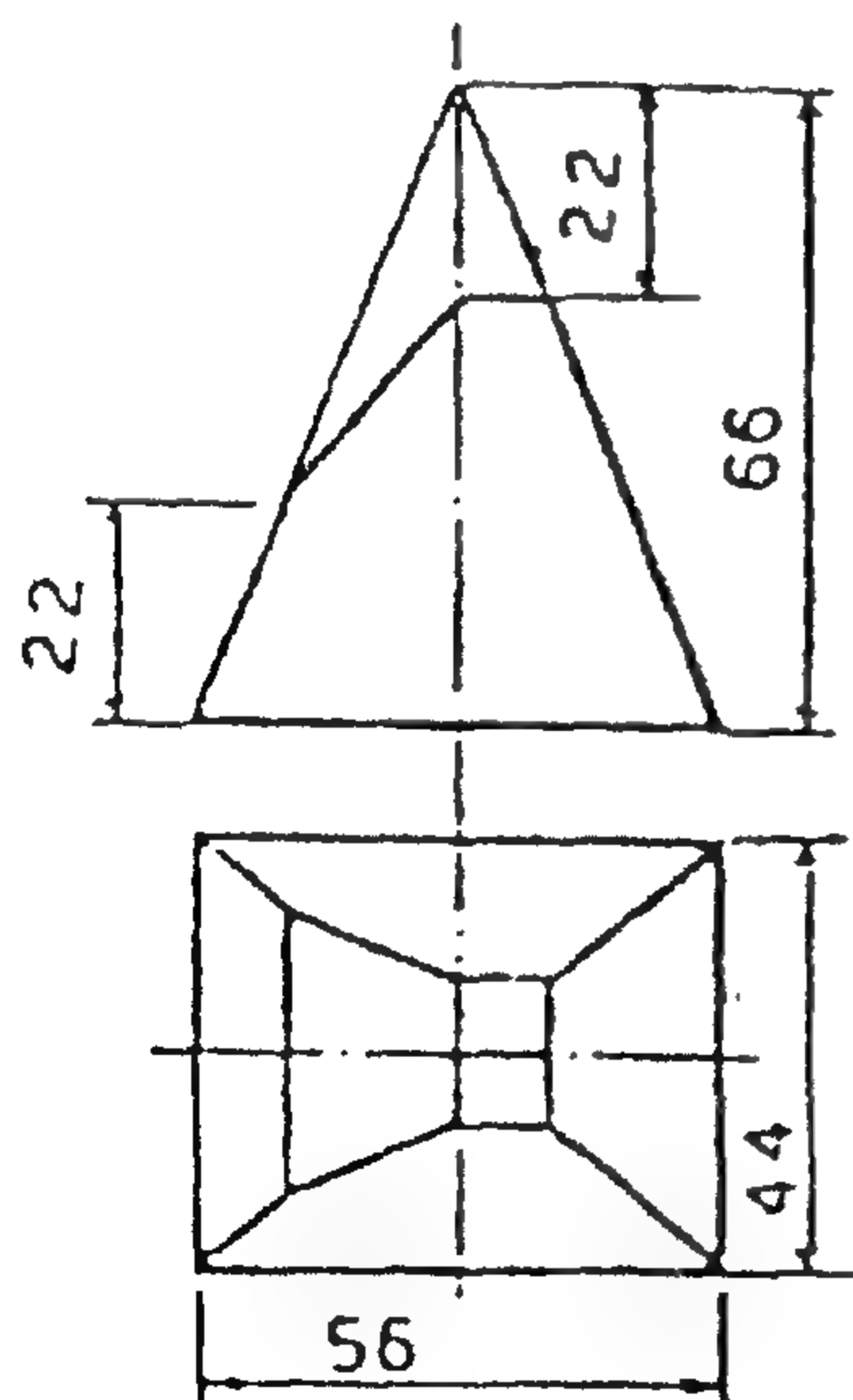
96



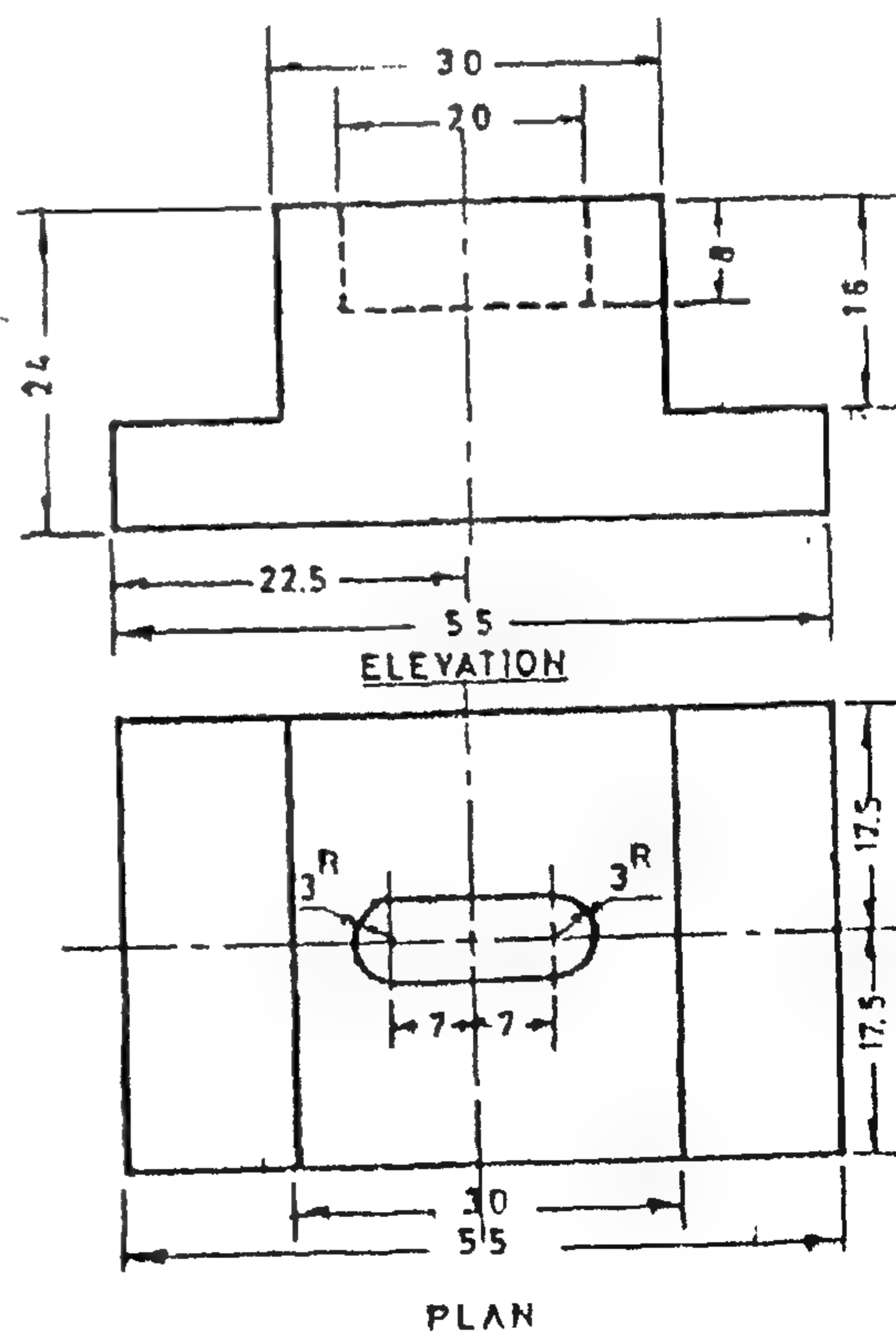
95



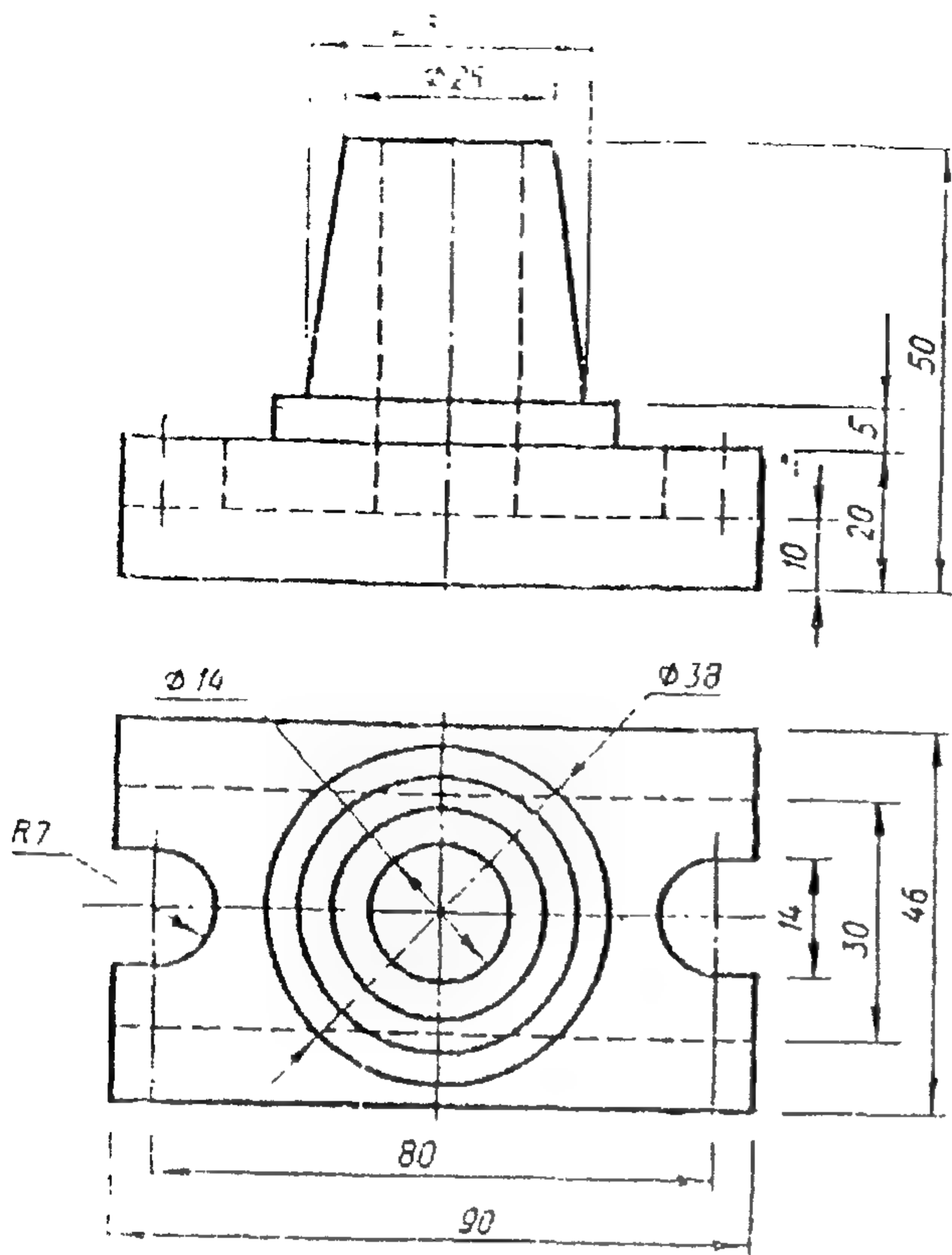
97



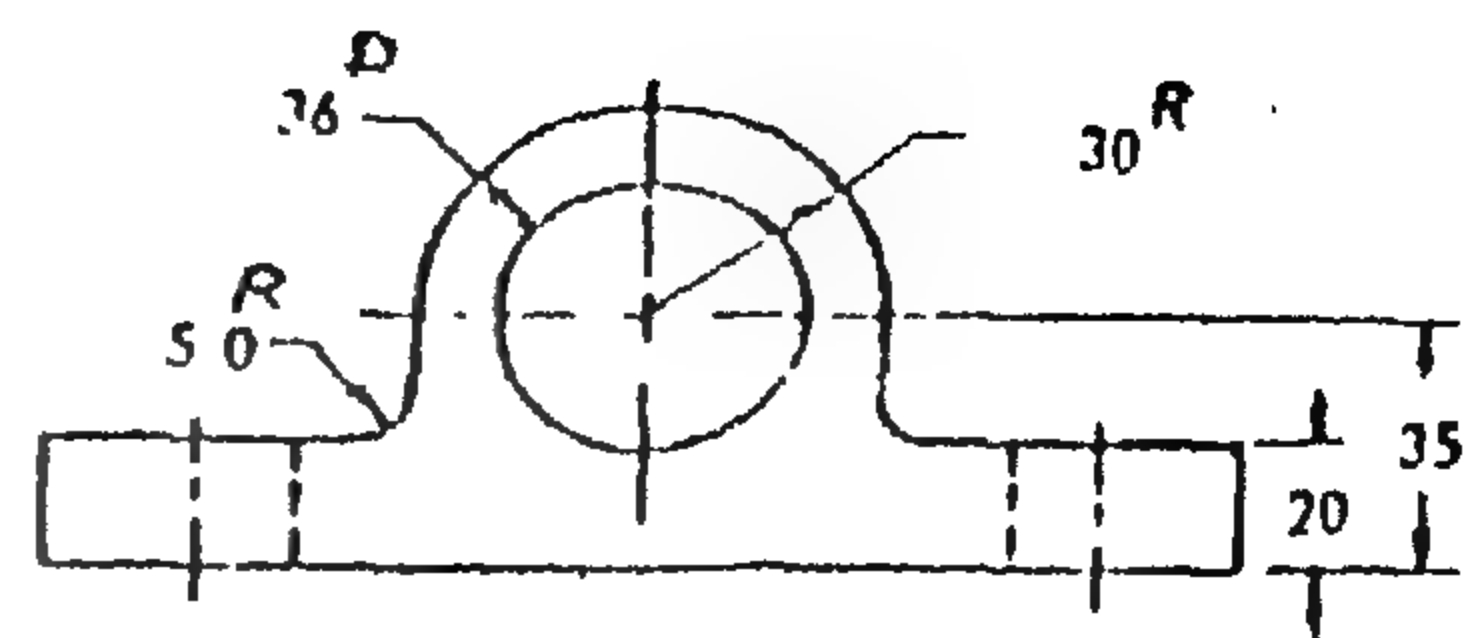
99



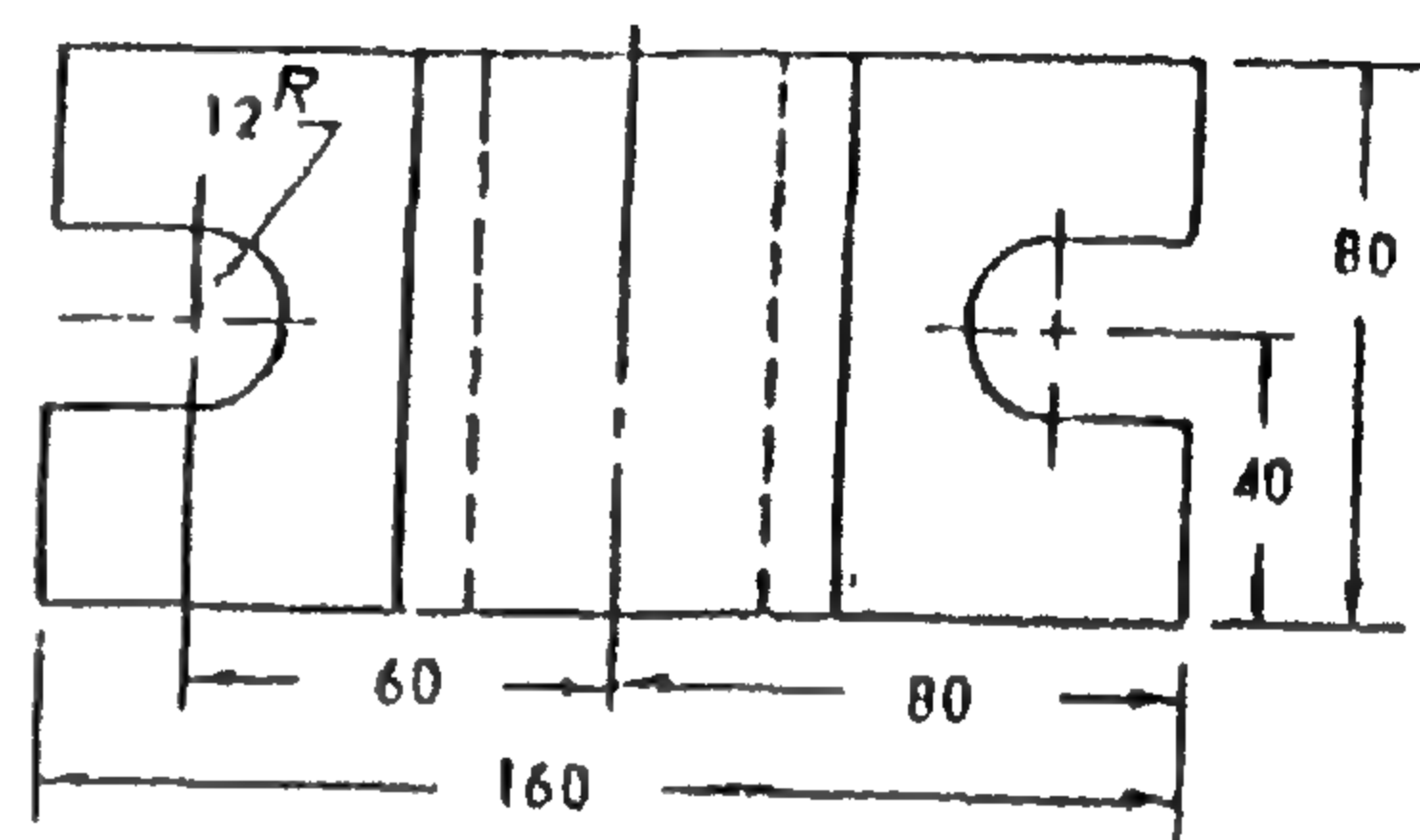
98



101

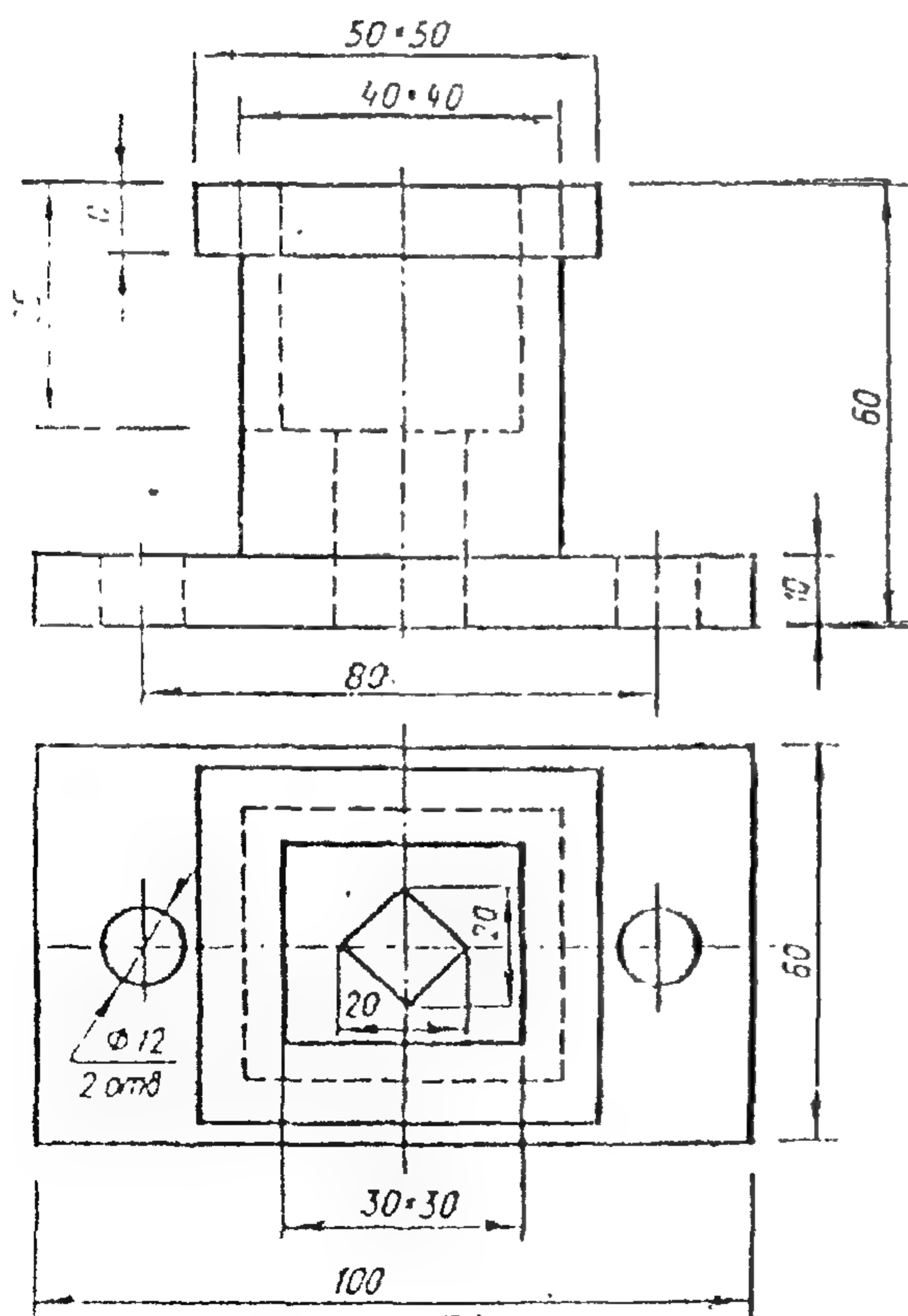


ELEV.

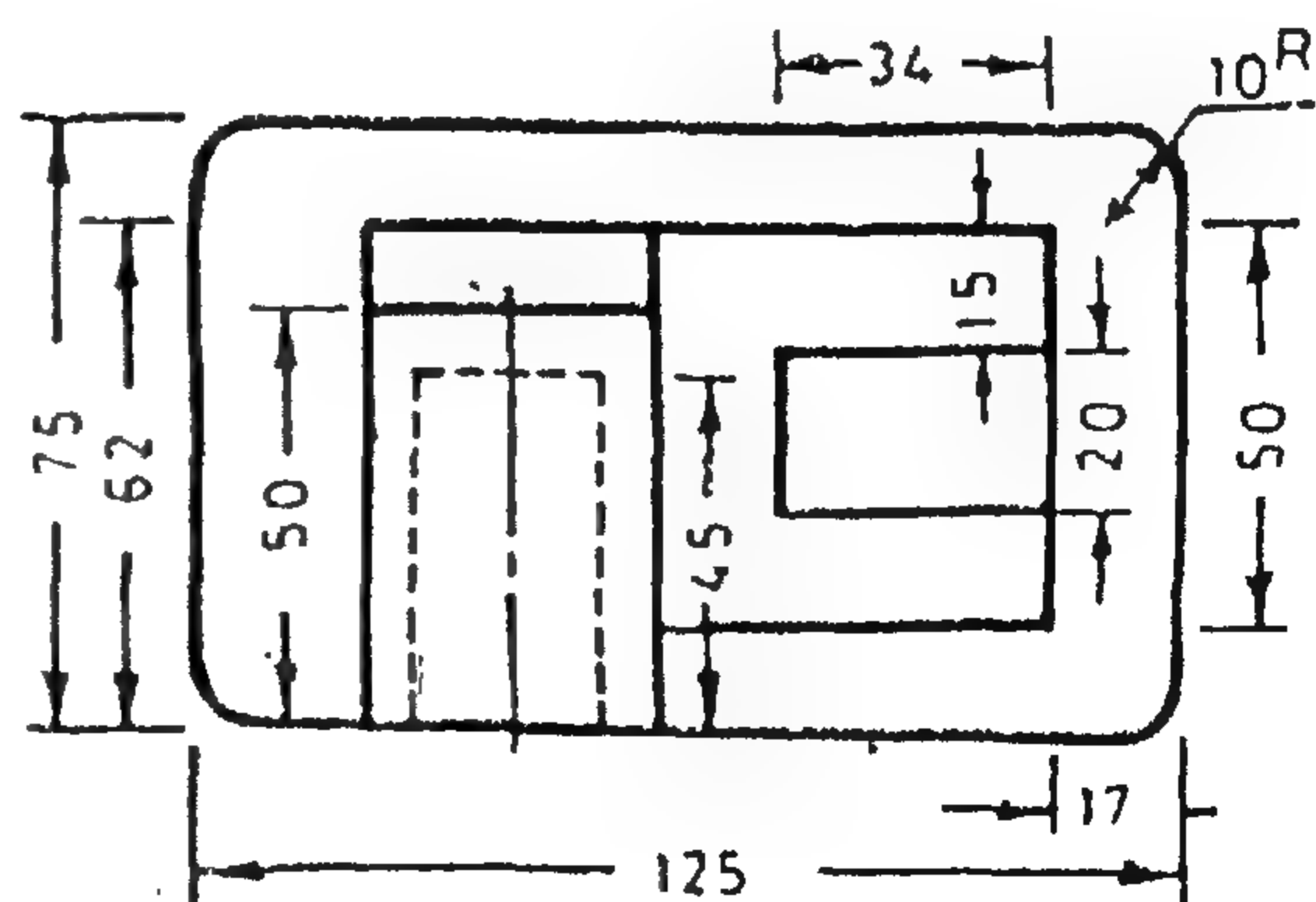
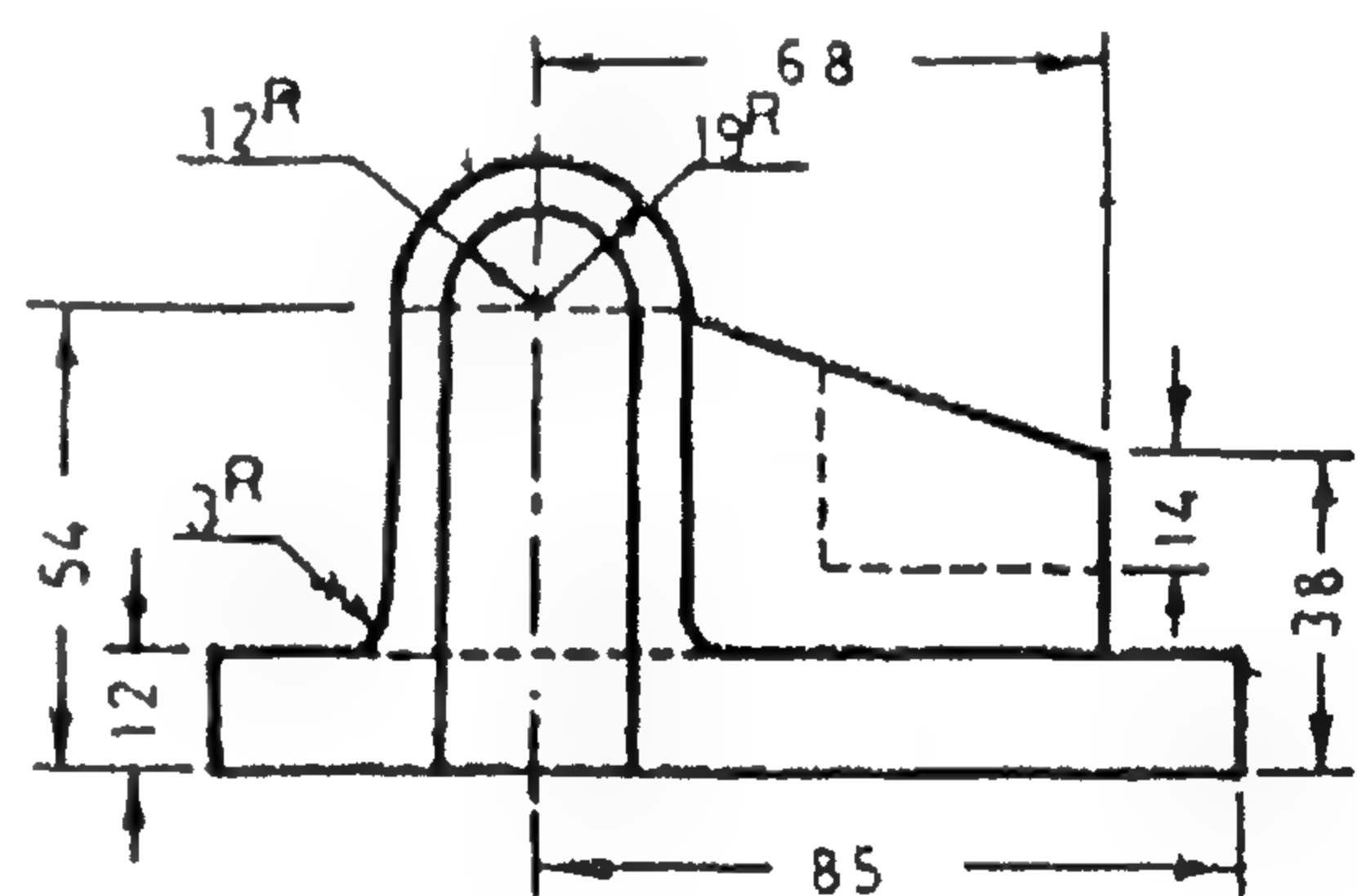


PLAN

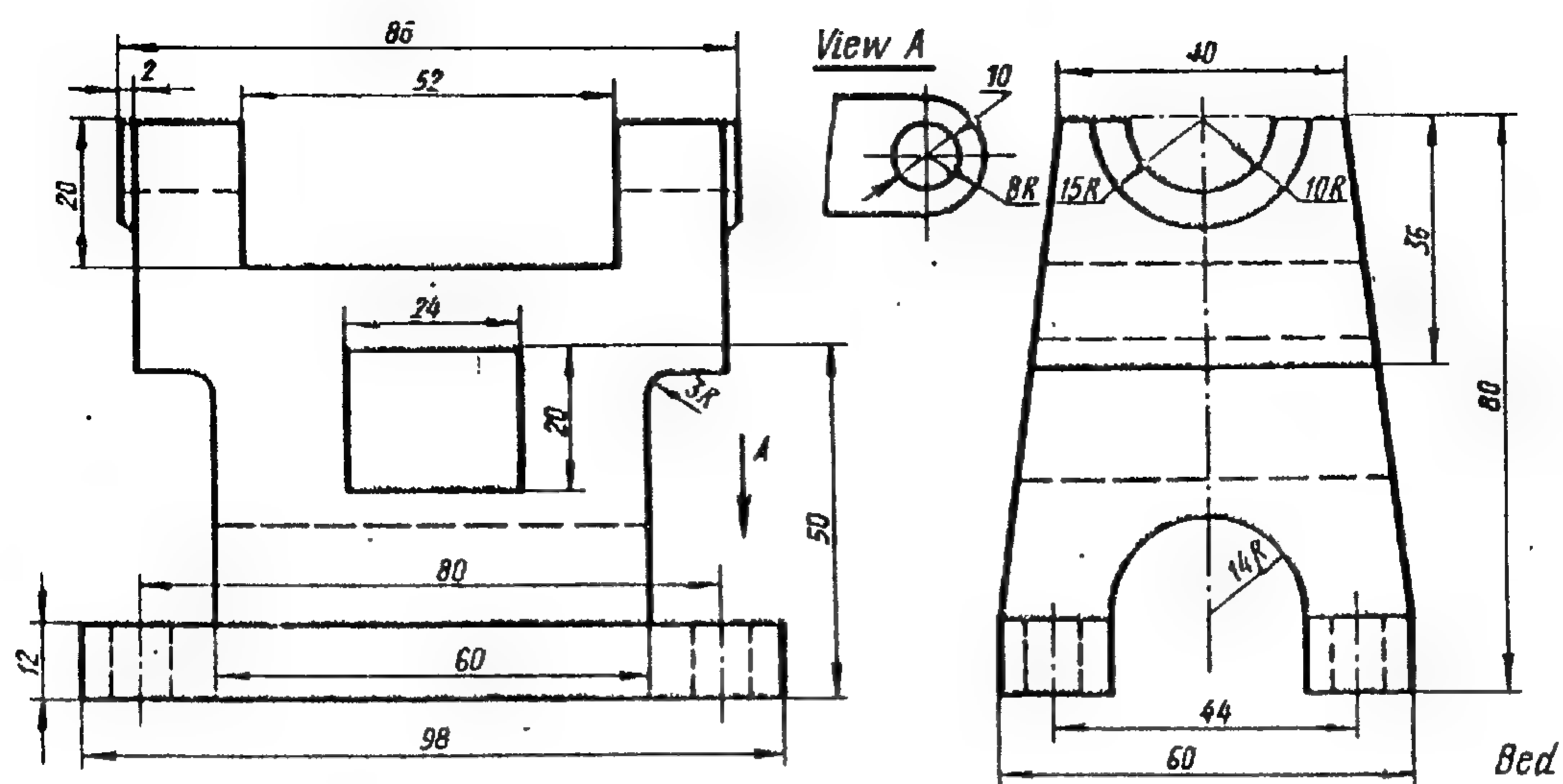
100



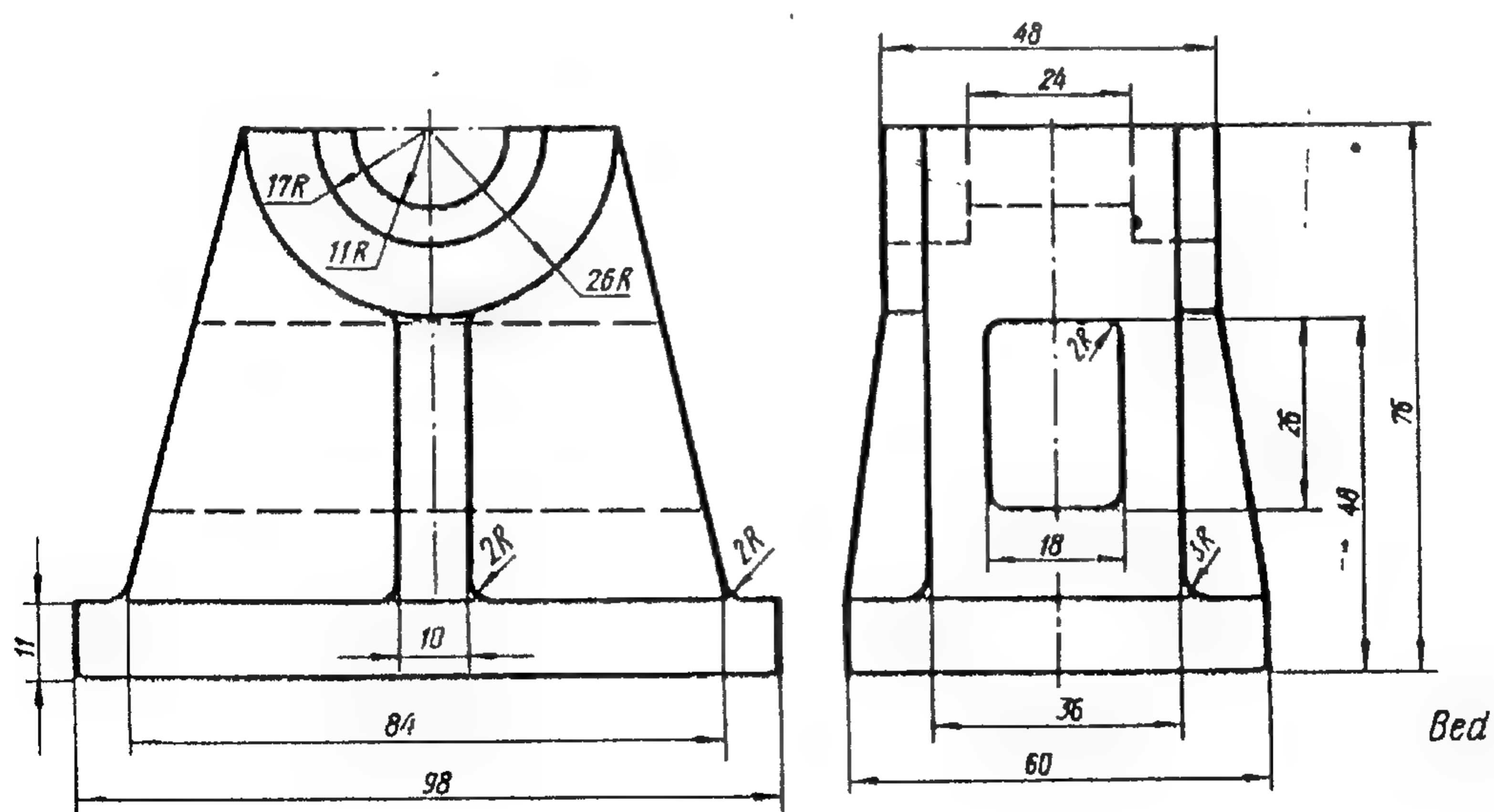
103



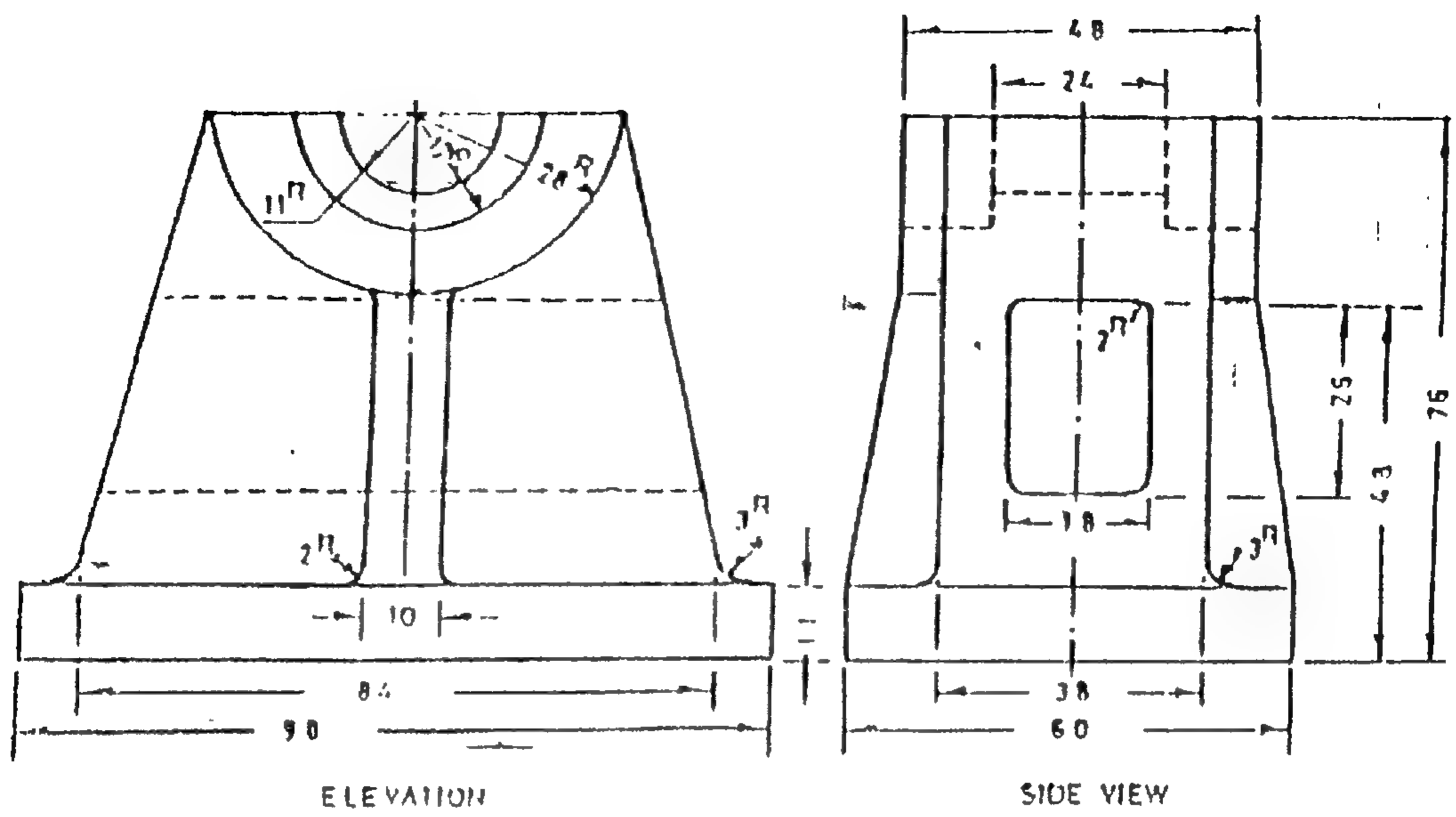
102



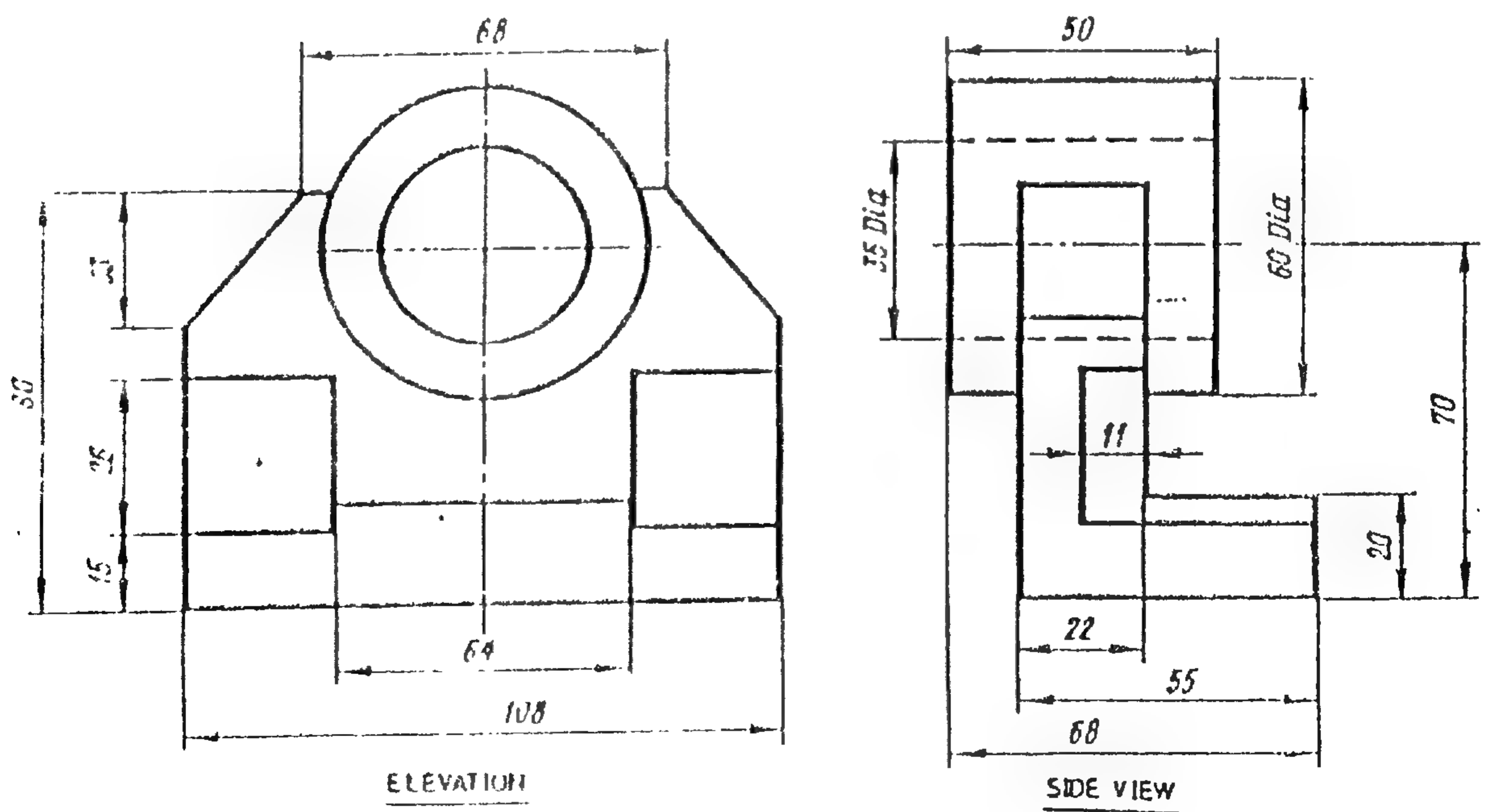
104



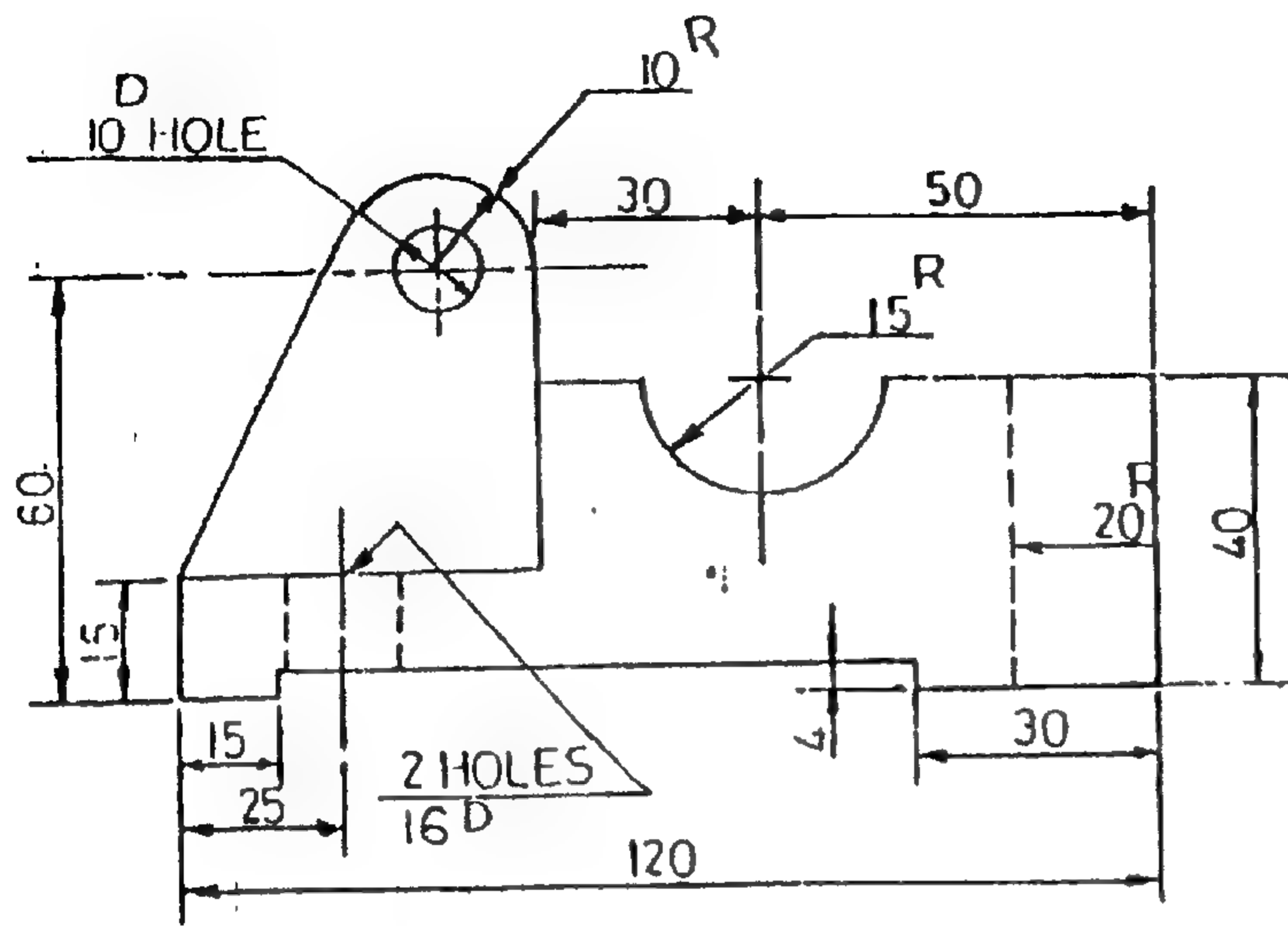
105



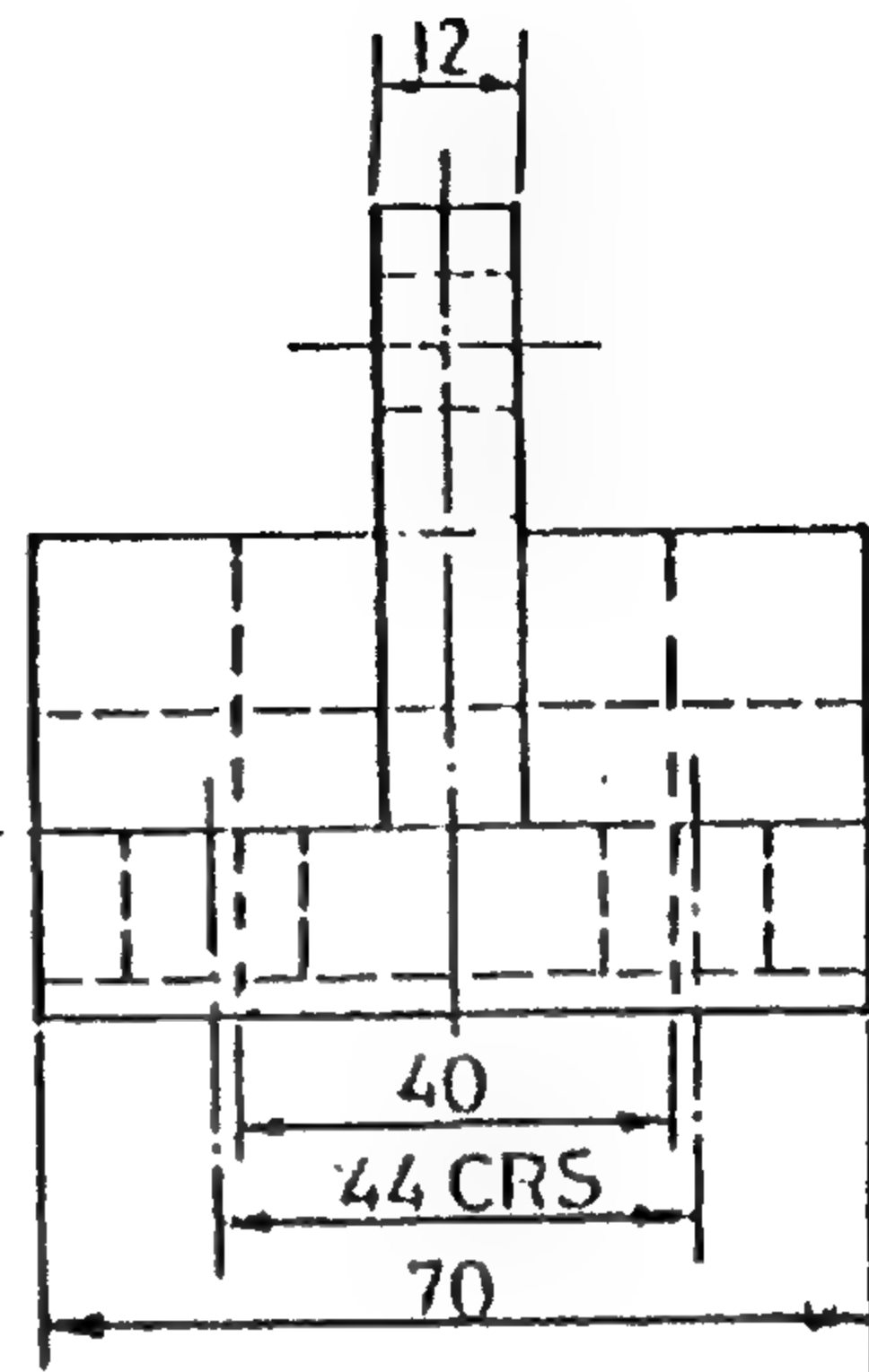
106



107

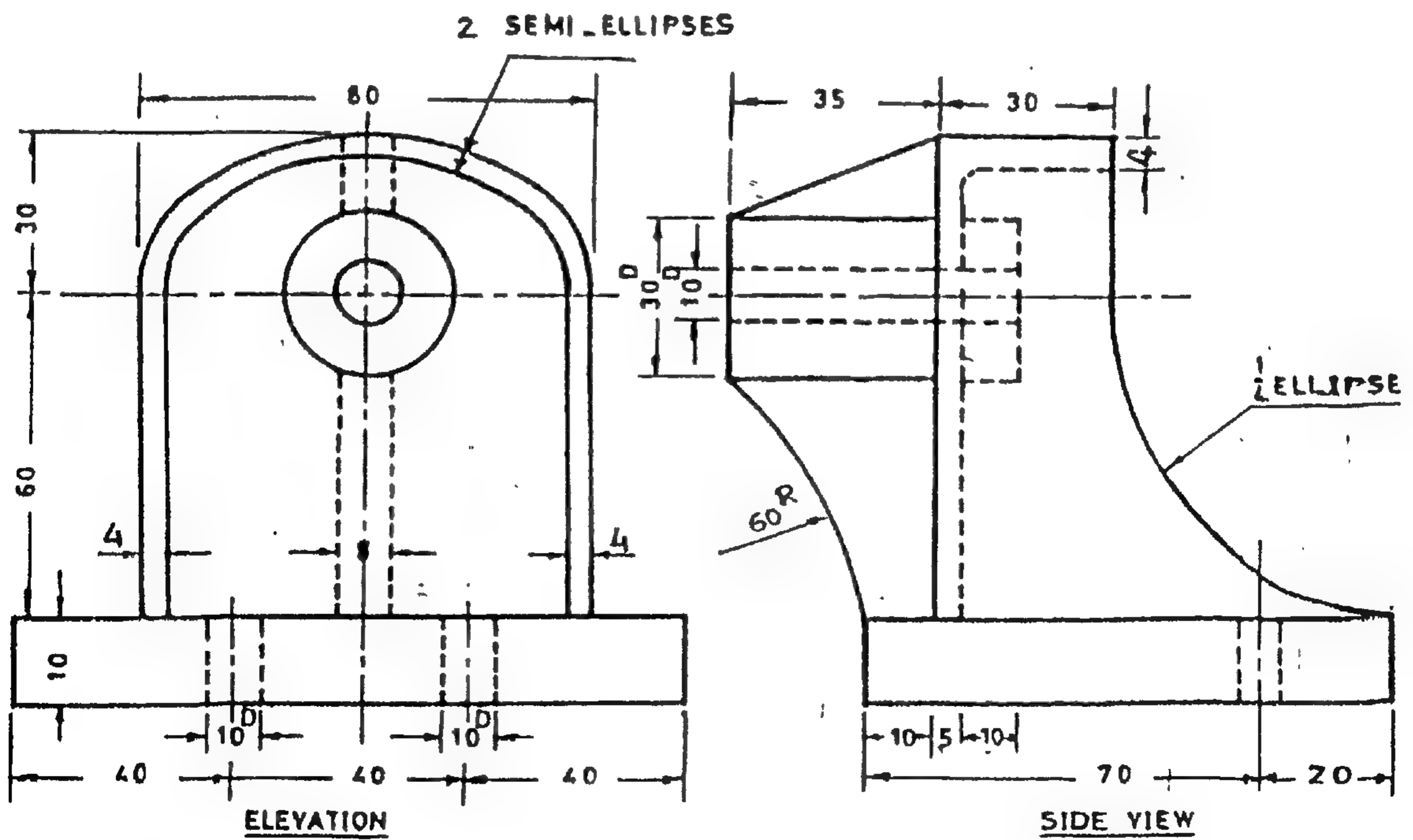


ELEVATION



SIDE VIEW

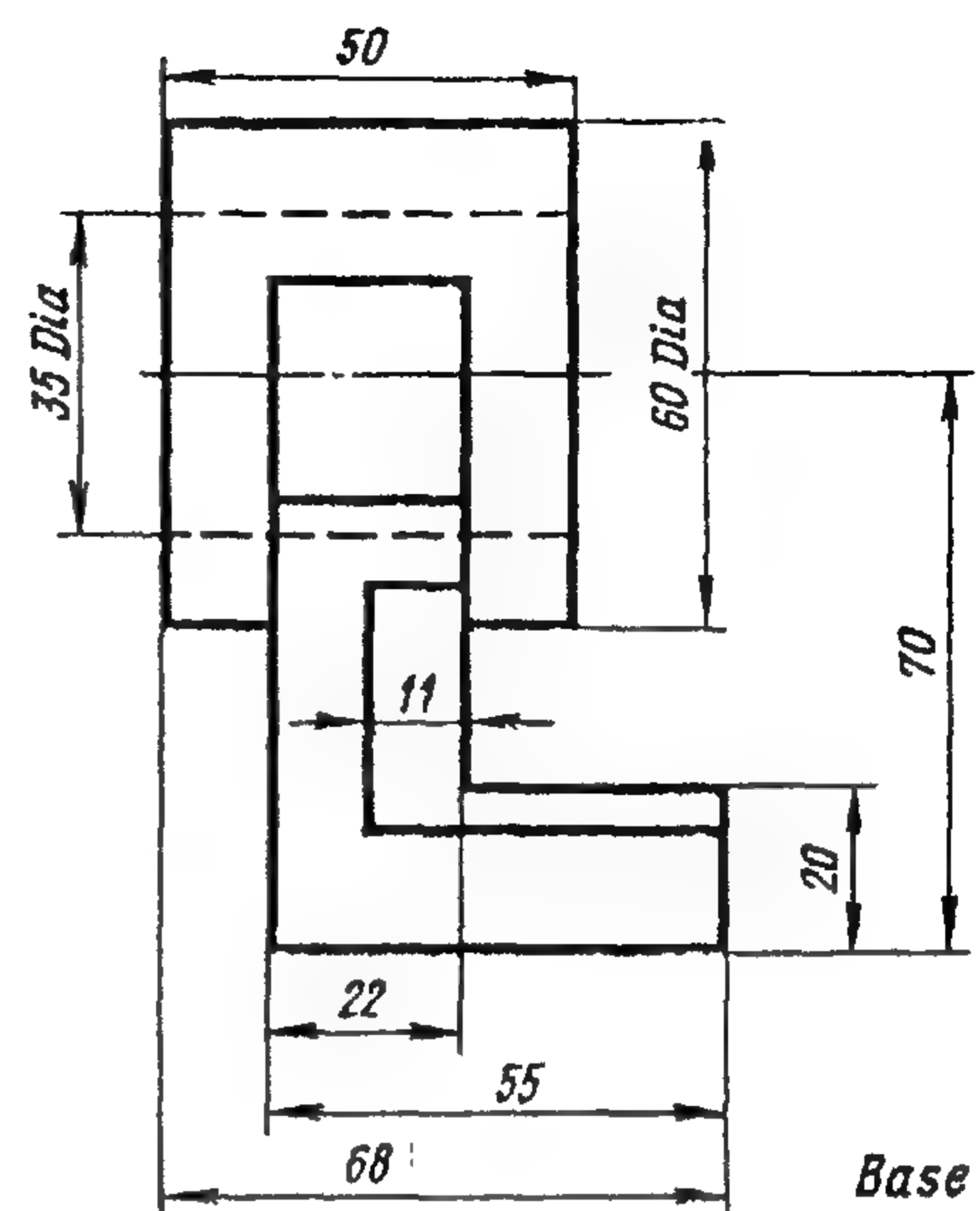
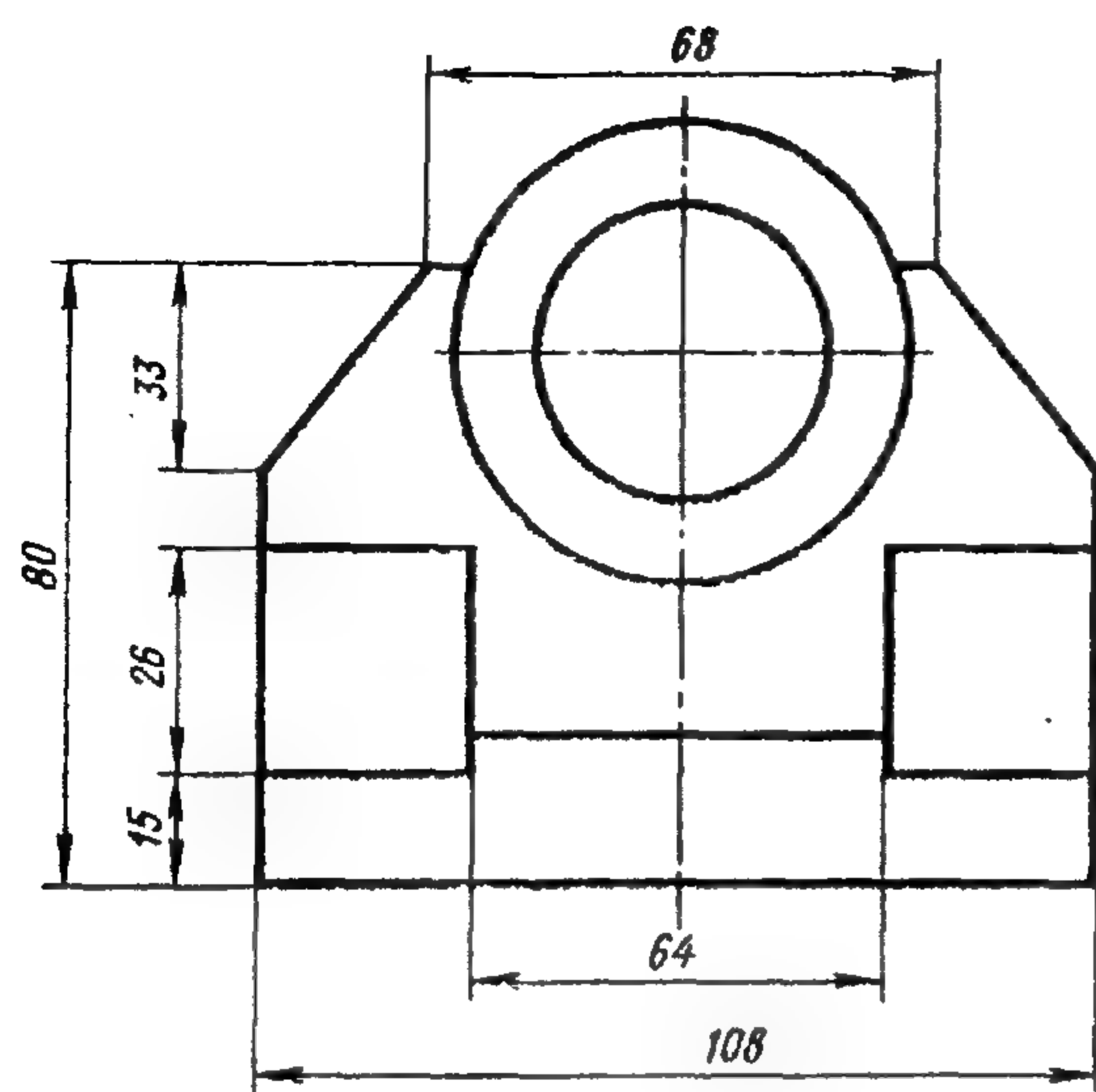
108



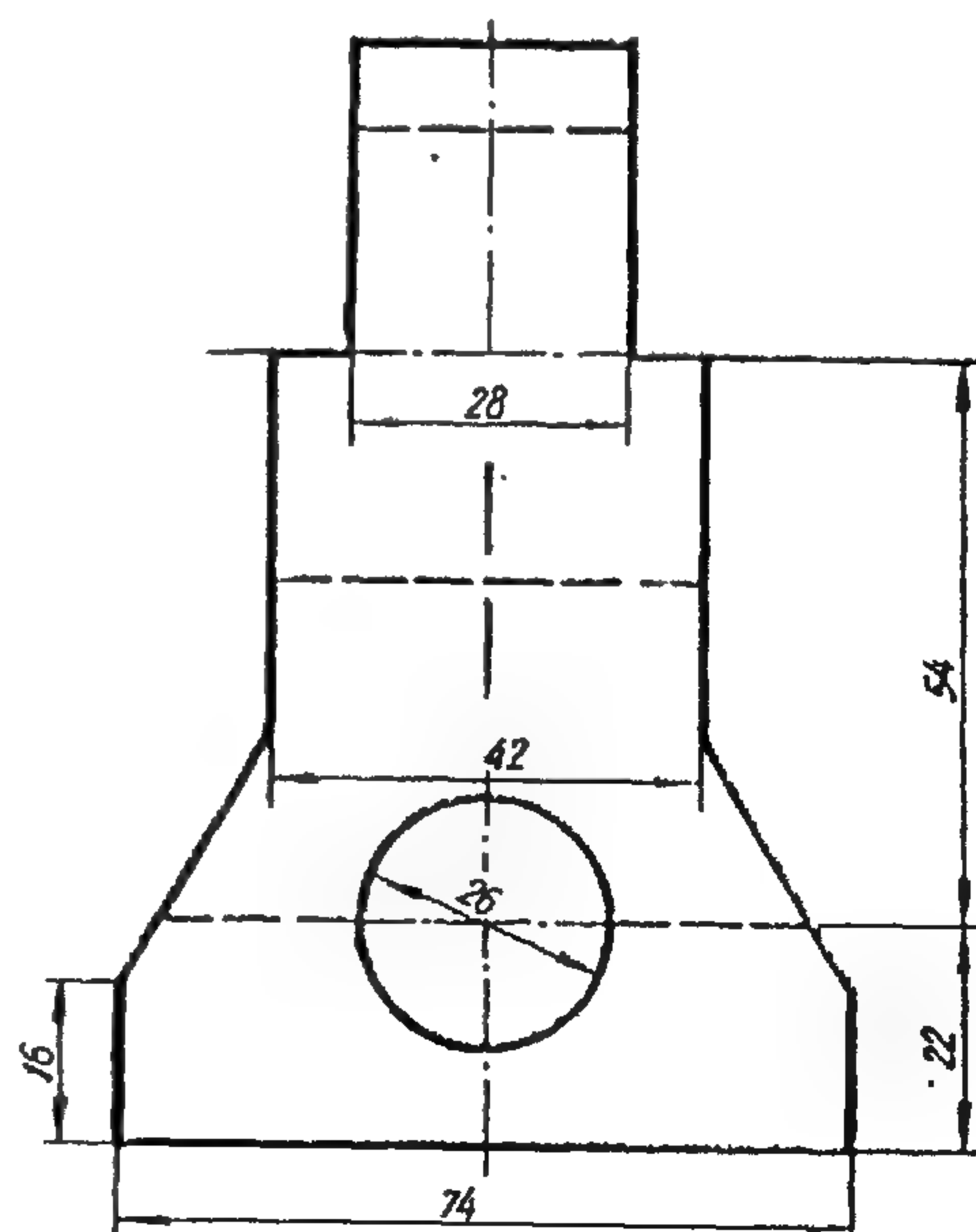
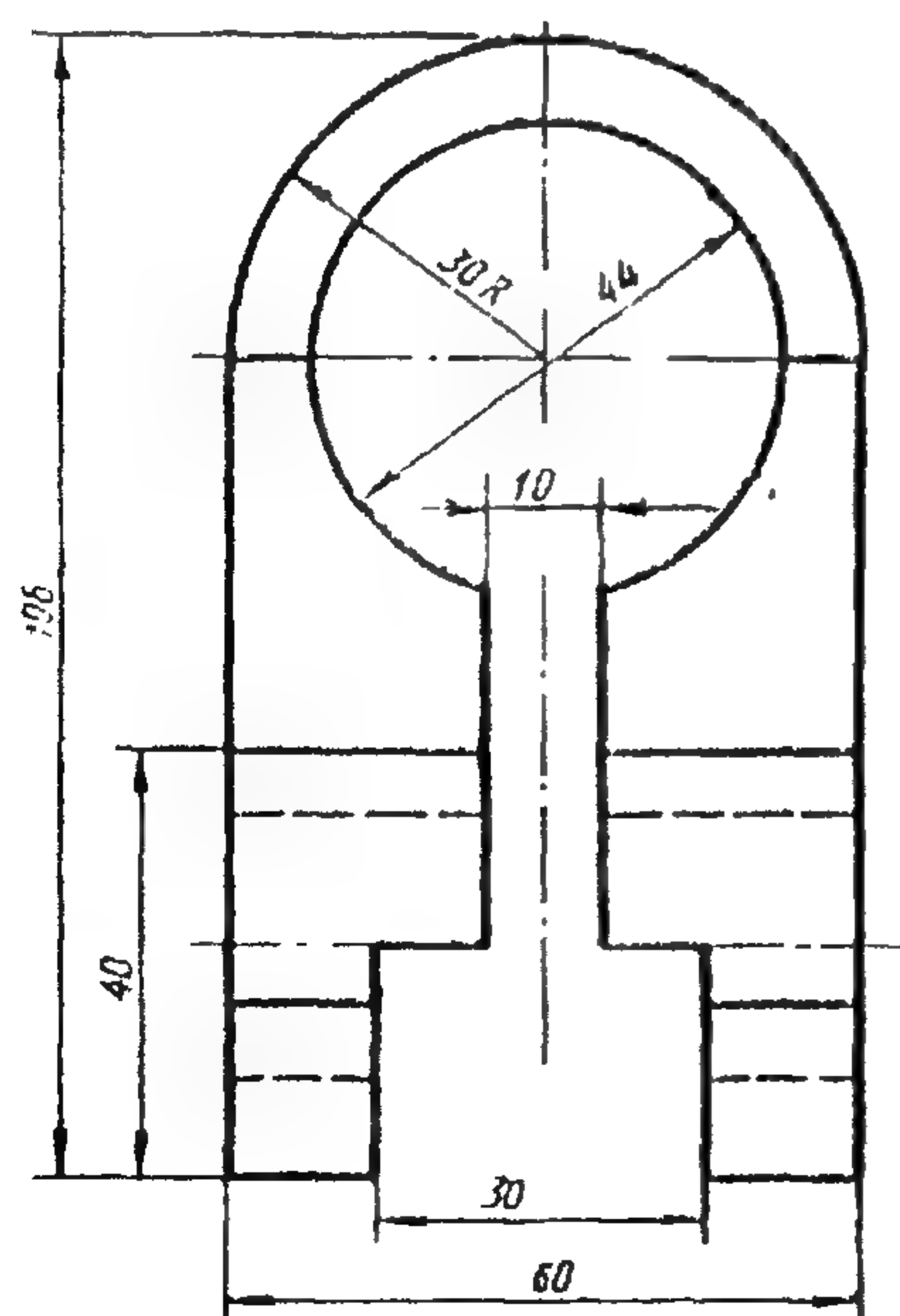
ELEVATION

SIDE VIEW

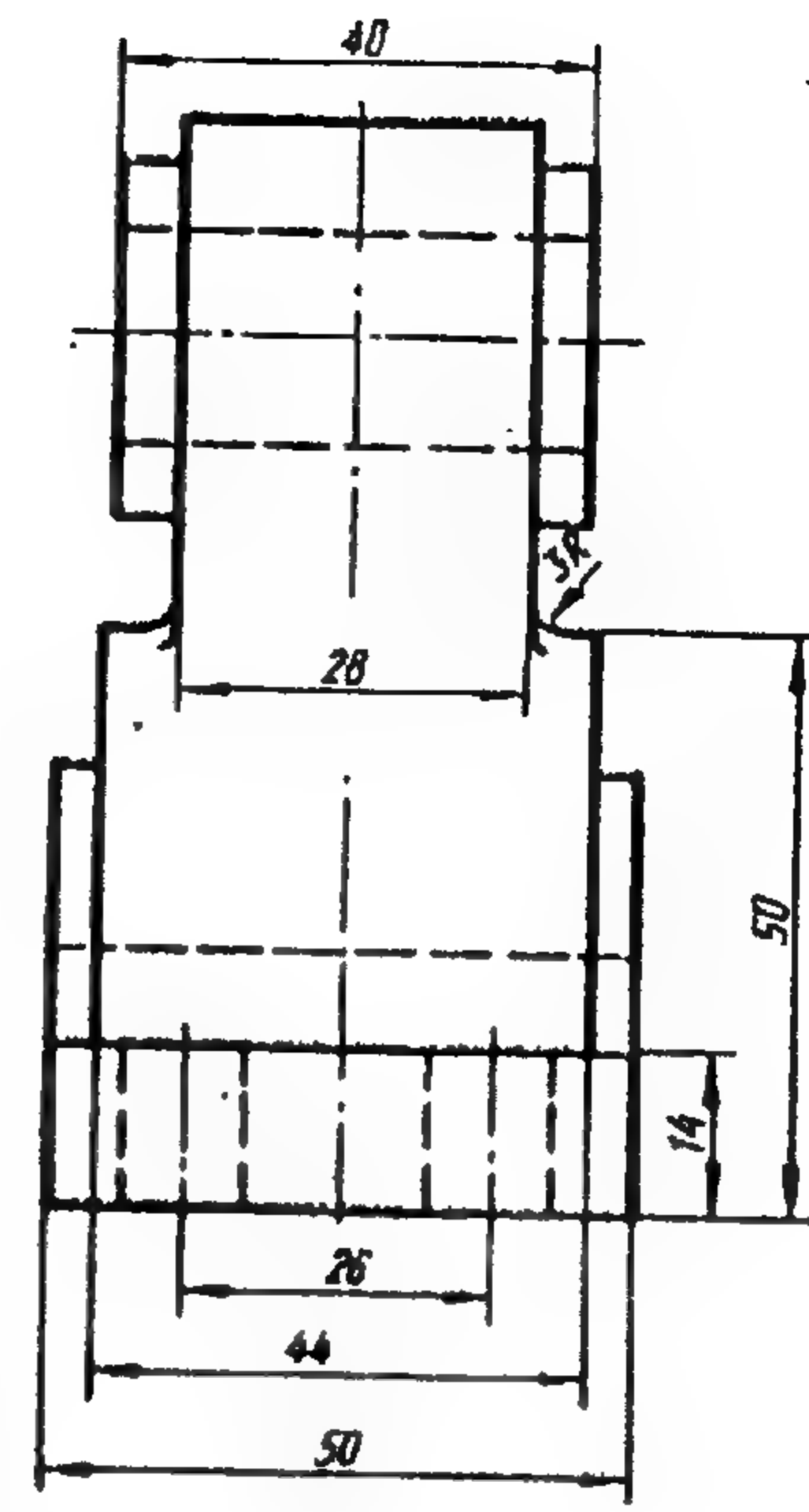
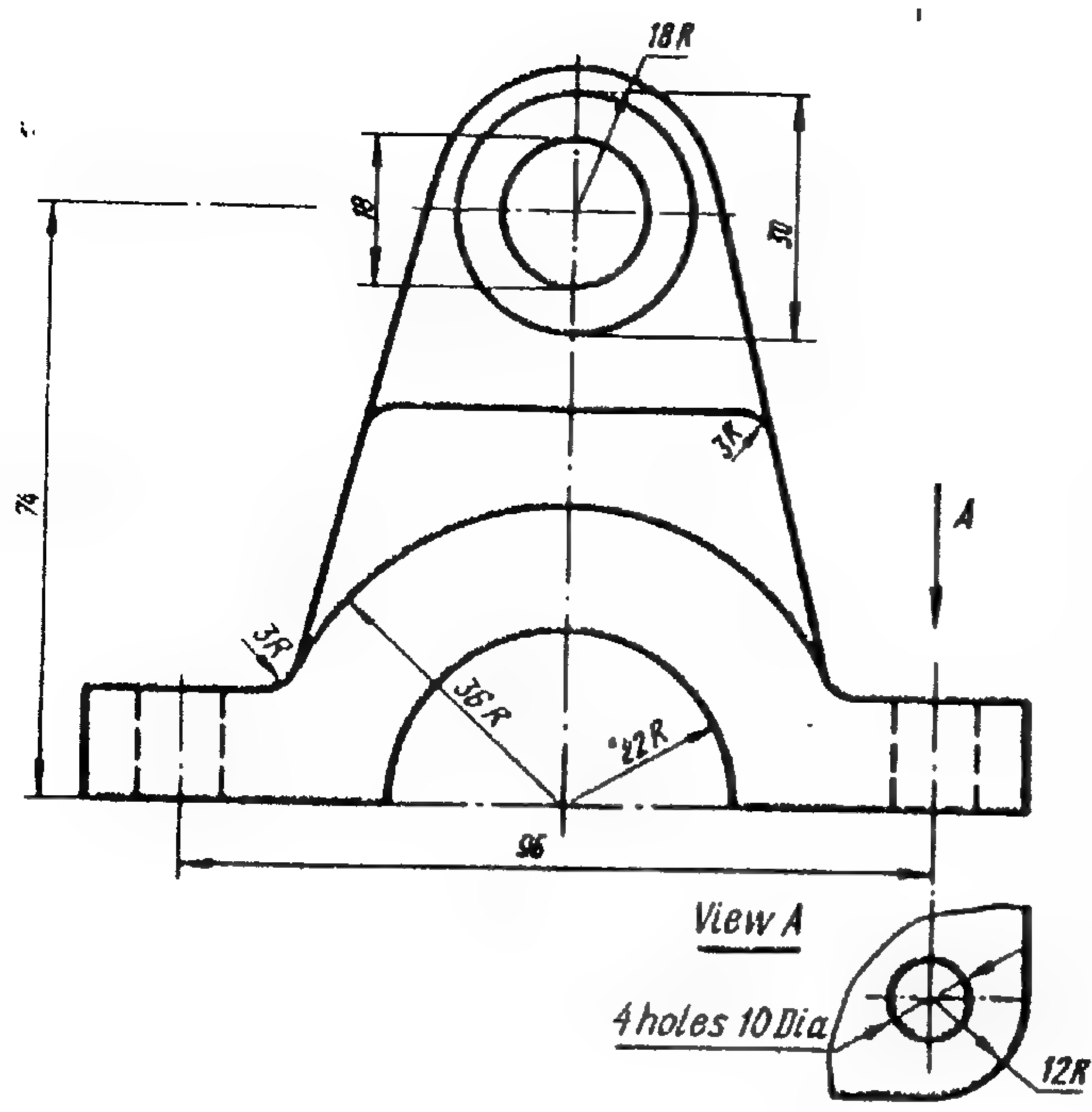
109



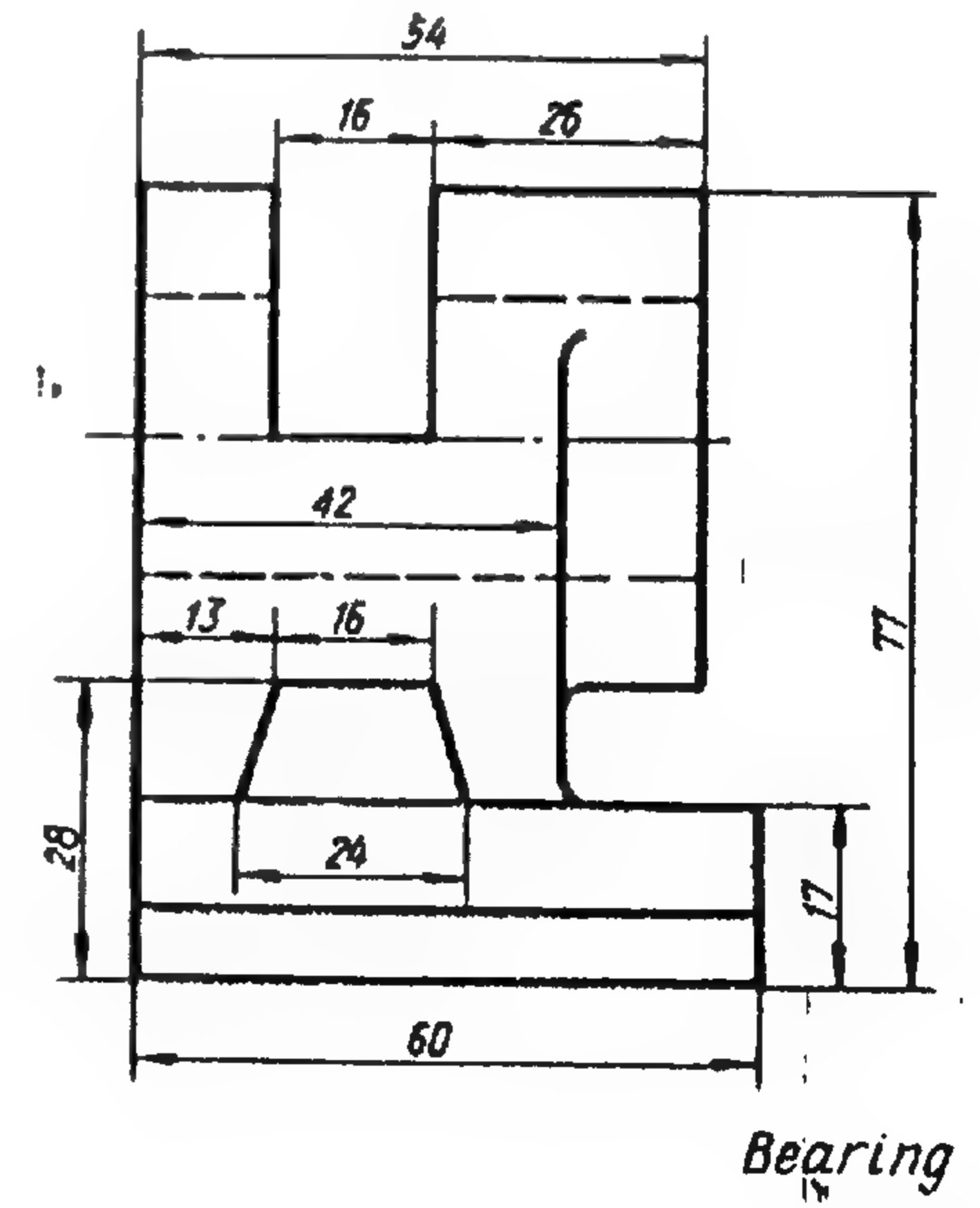
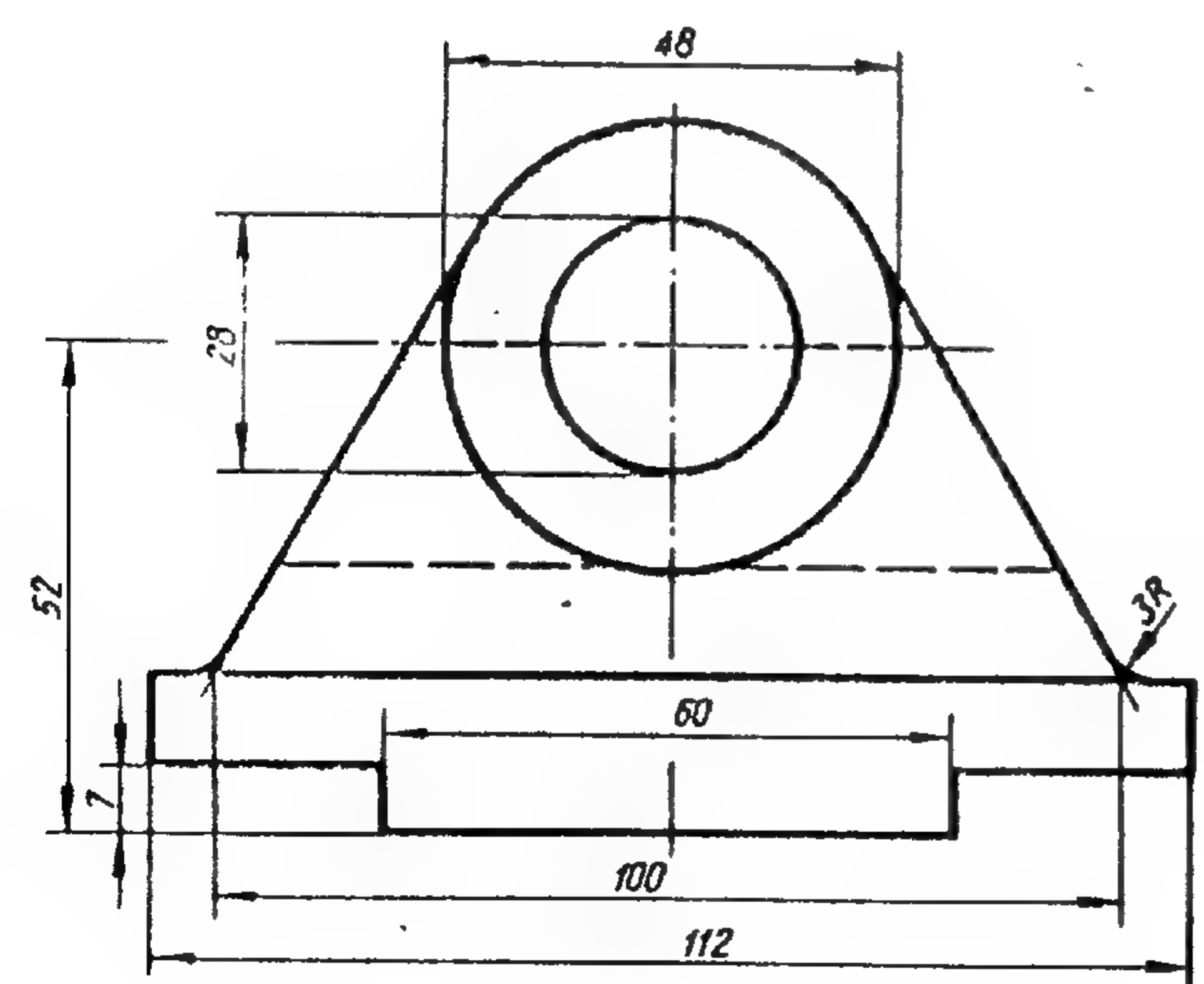
110



111

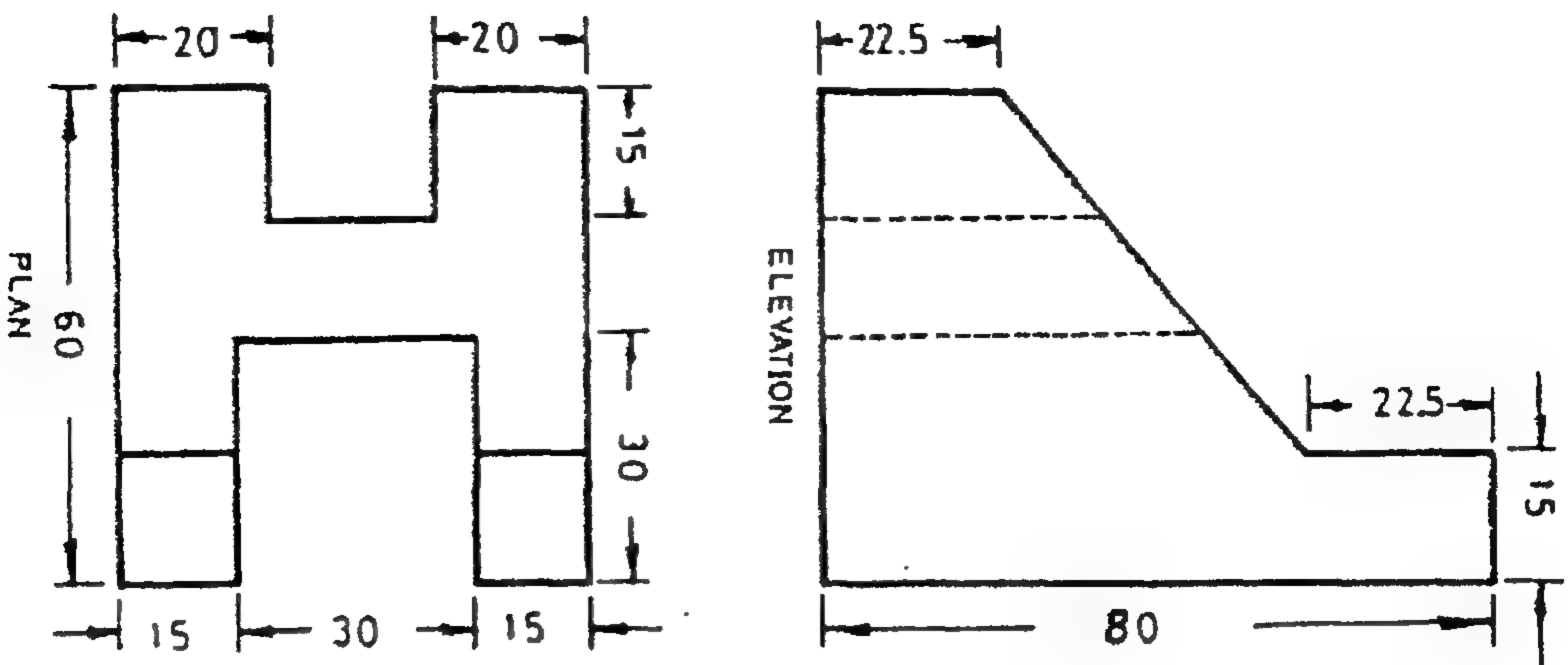


114

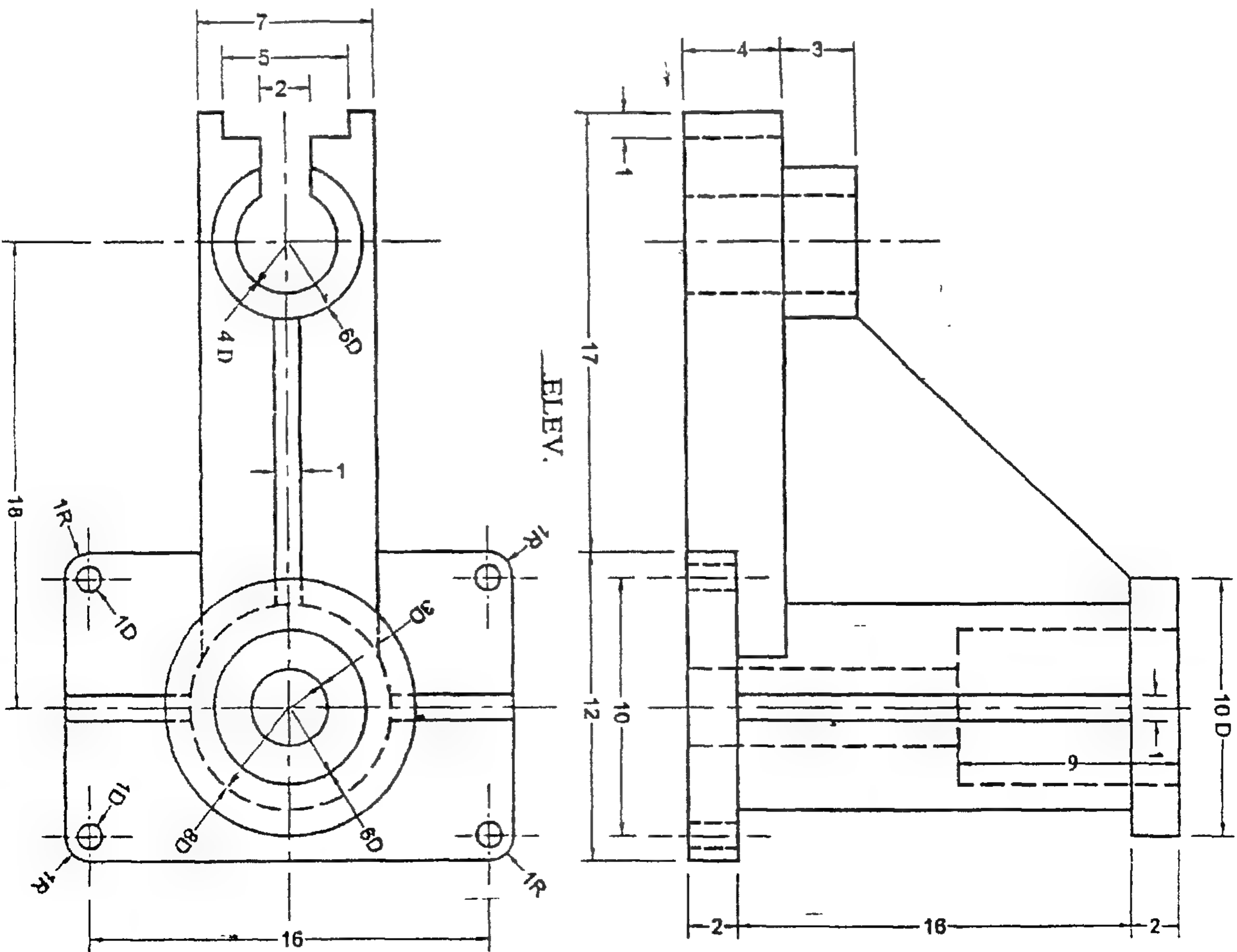


Bearing

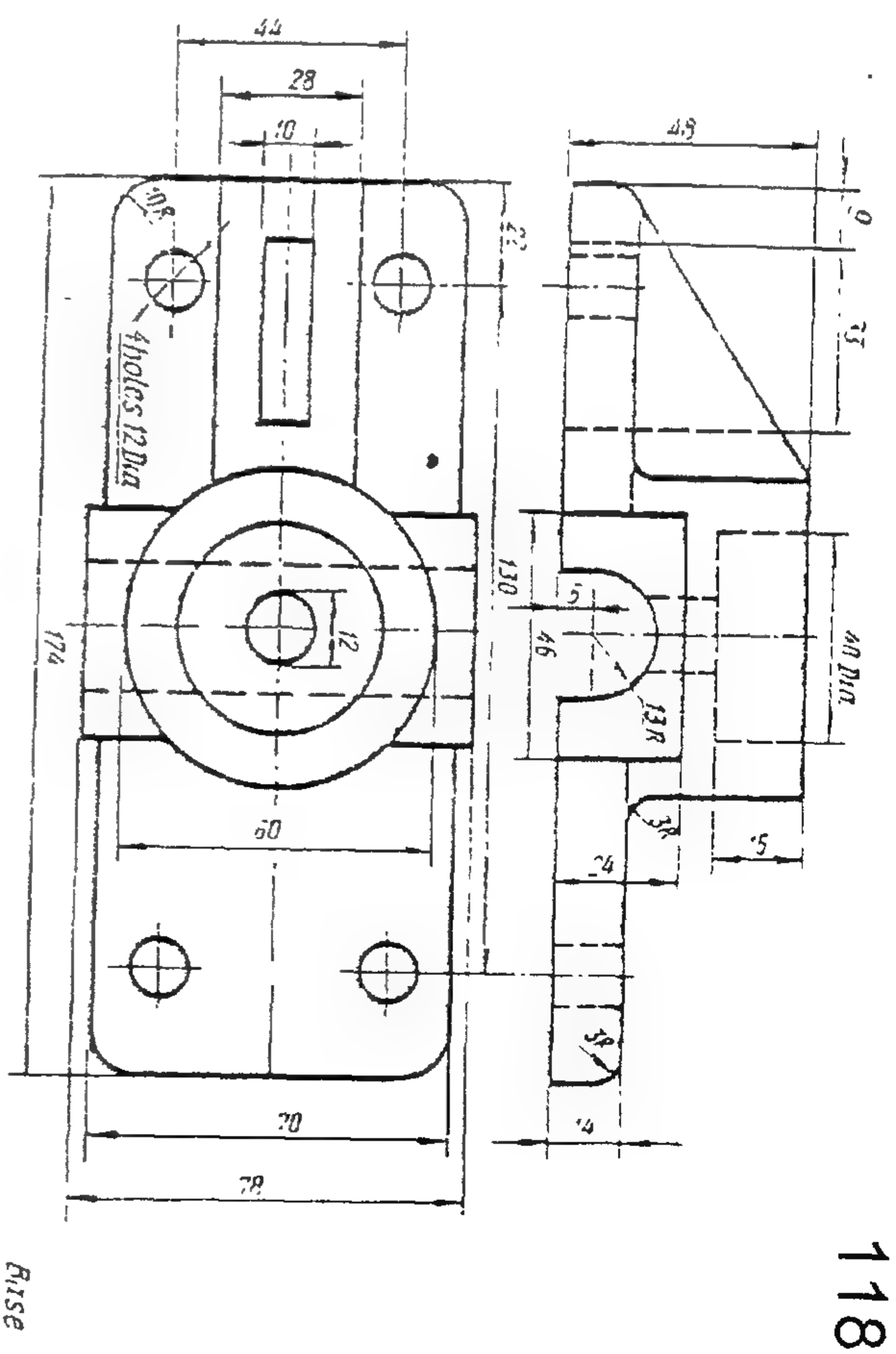
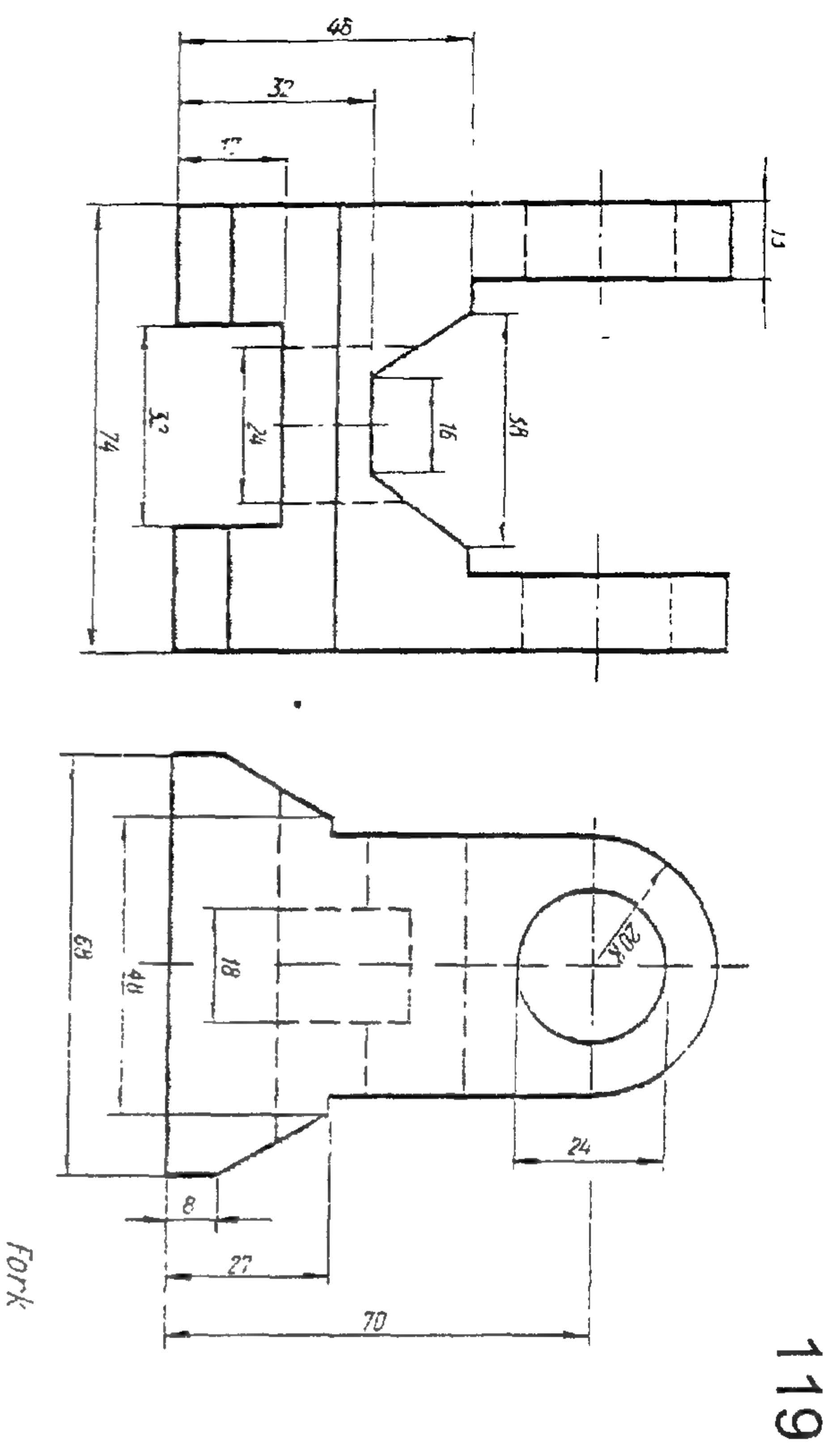
115

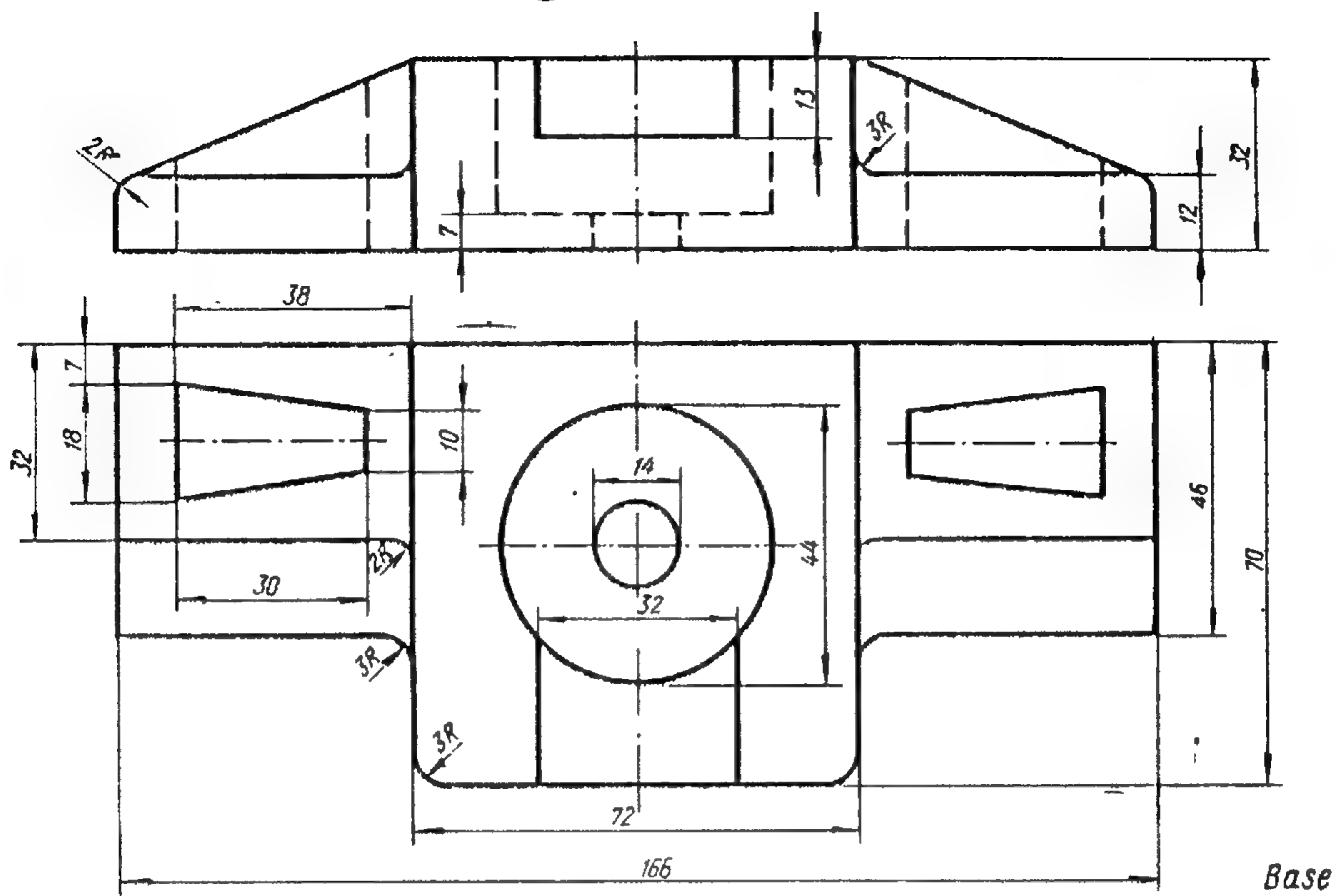


117

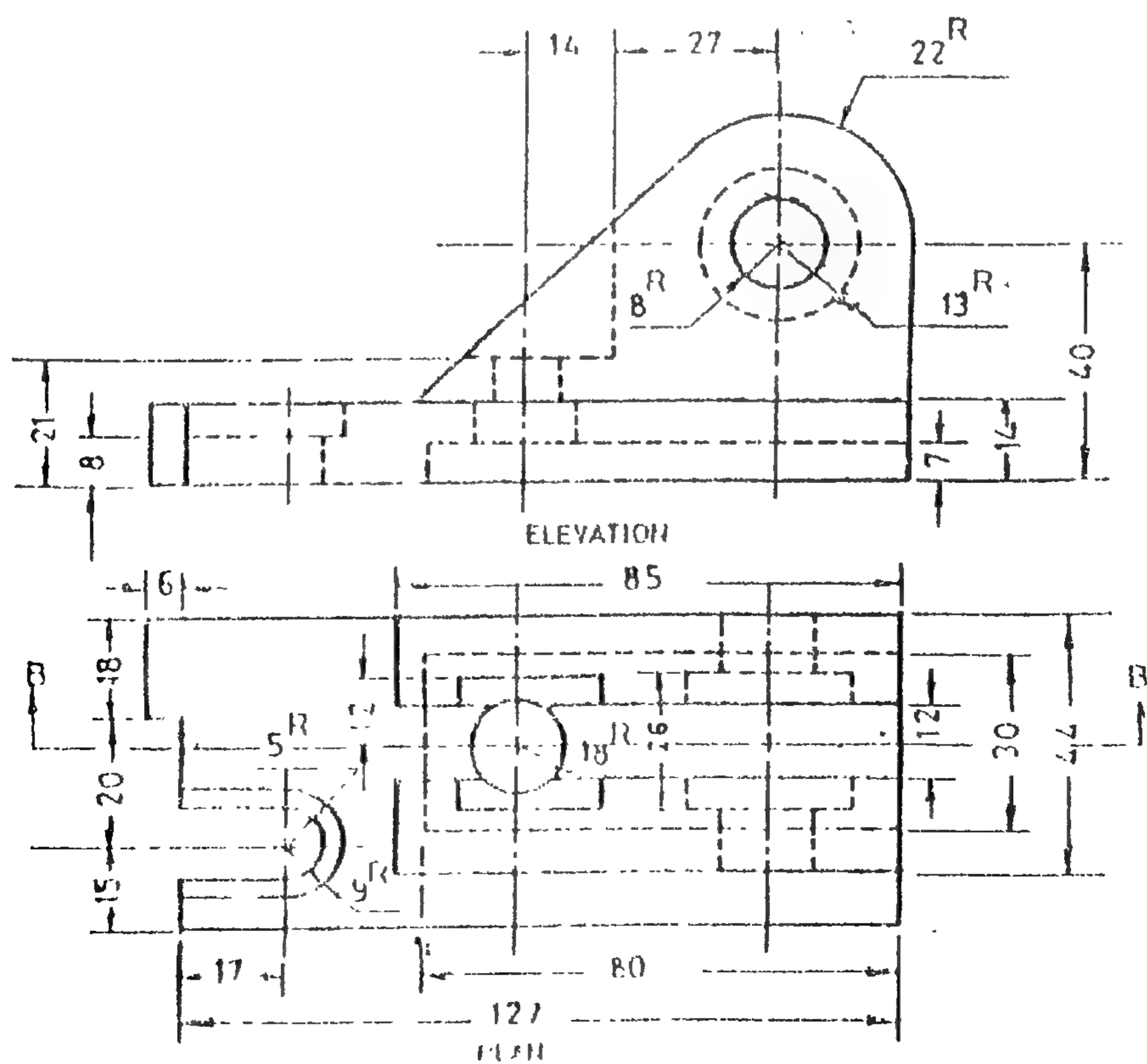


116

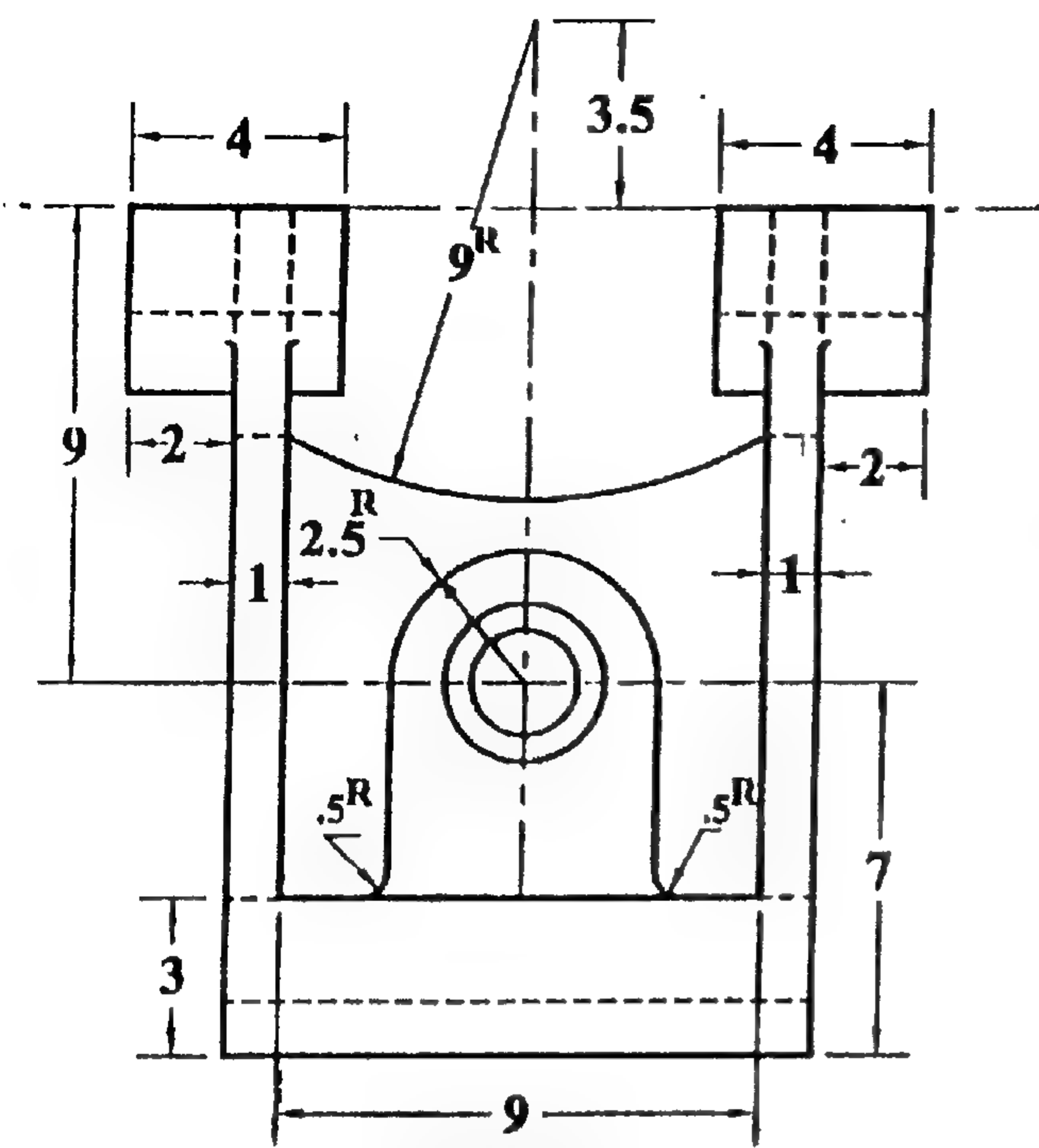




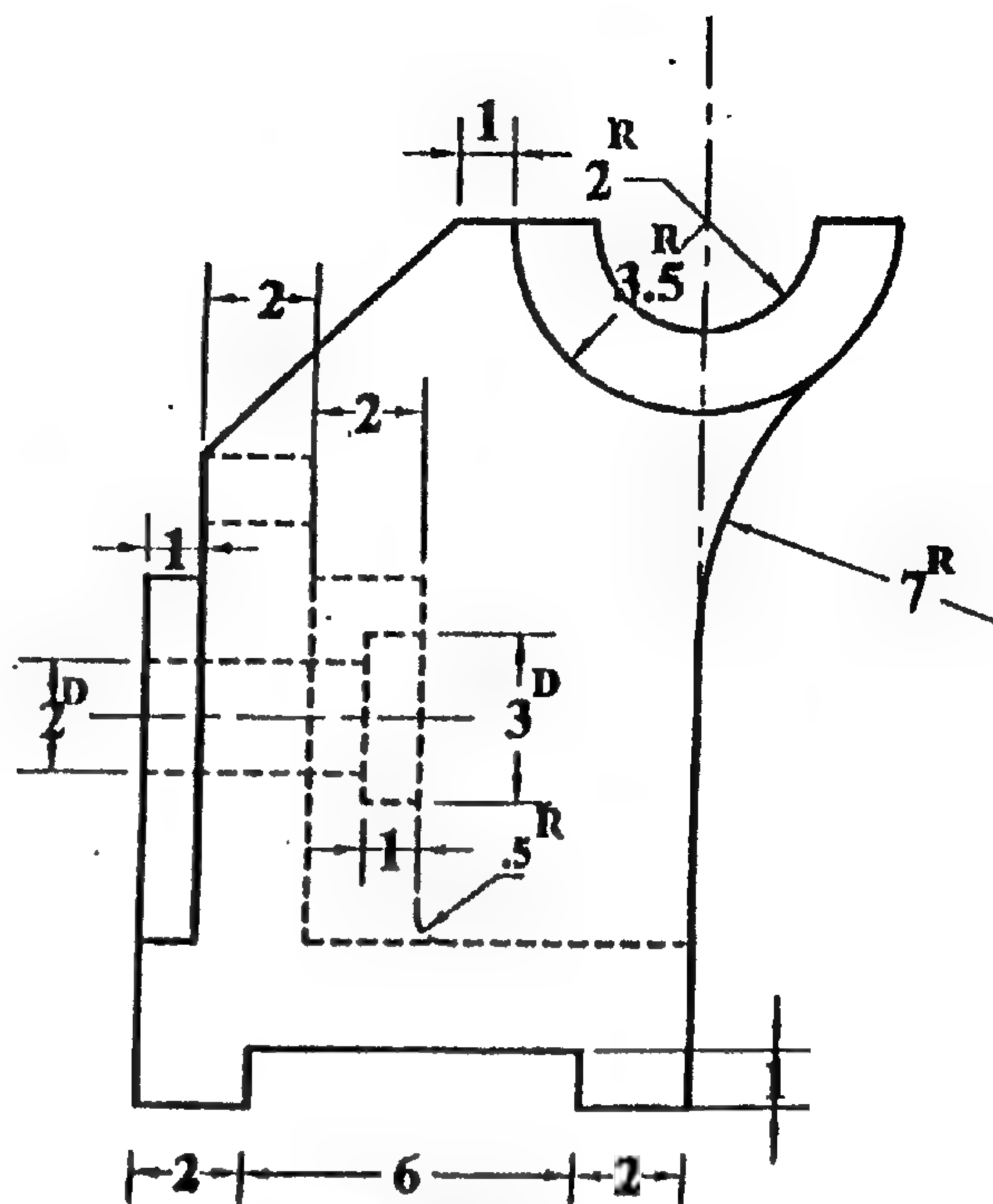
122



123

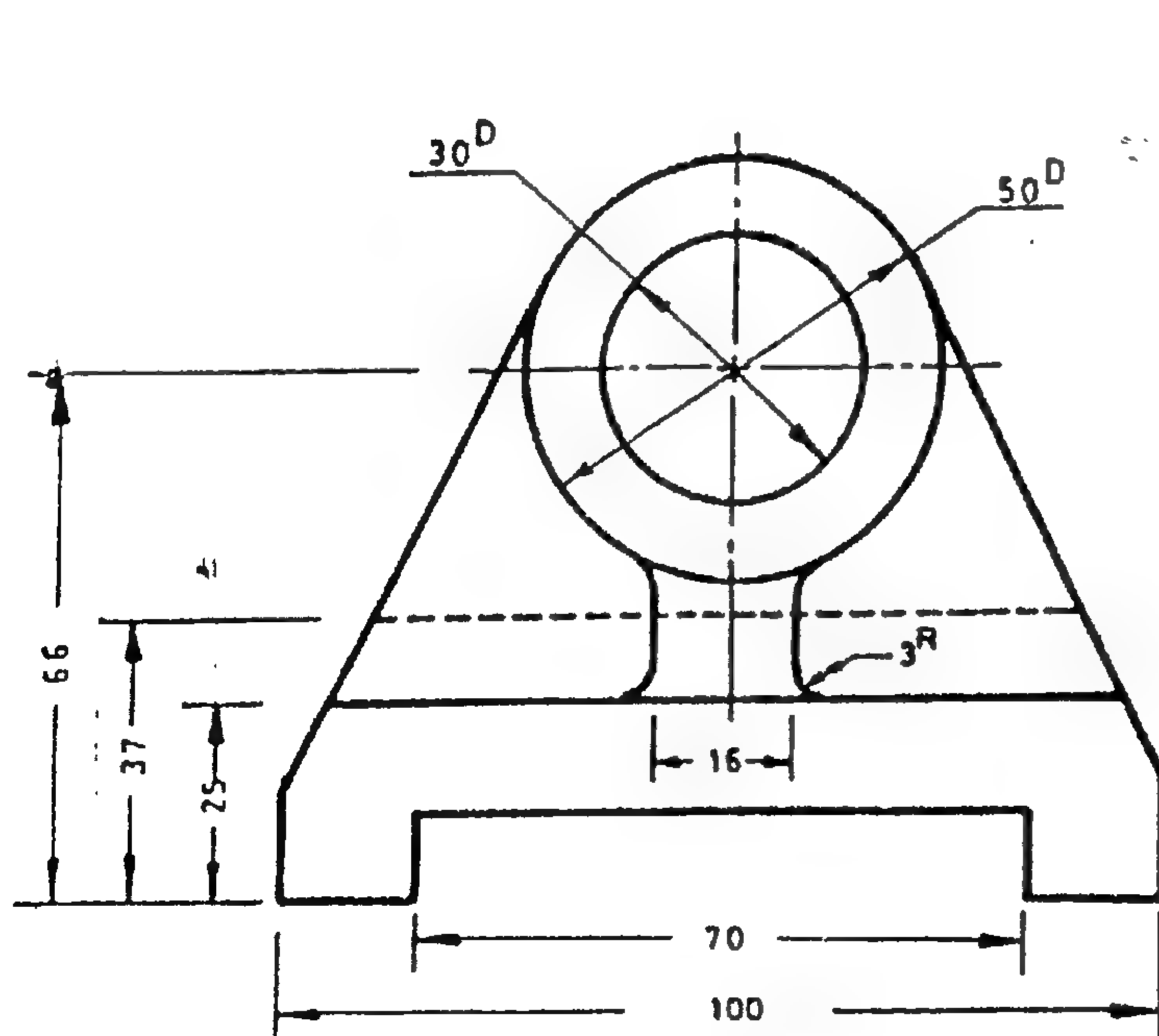


ELEVATION

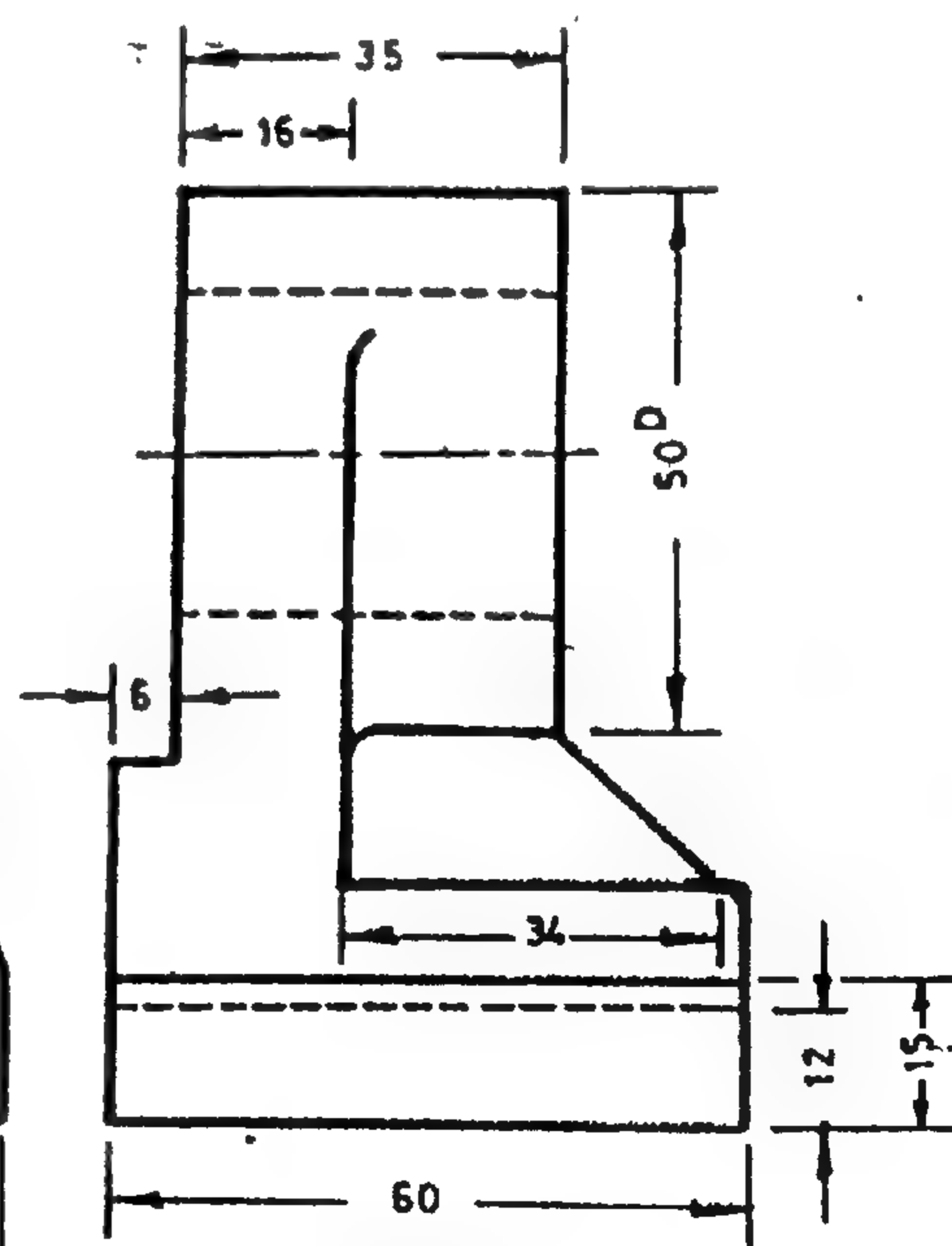


SIDE VIEW

124

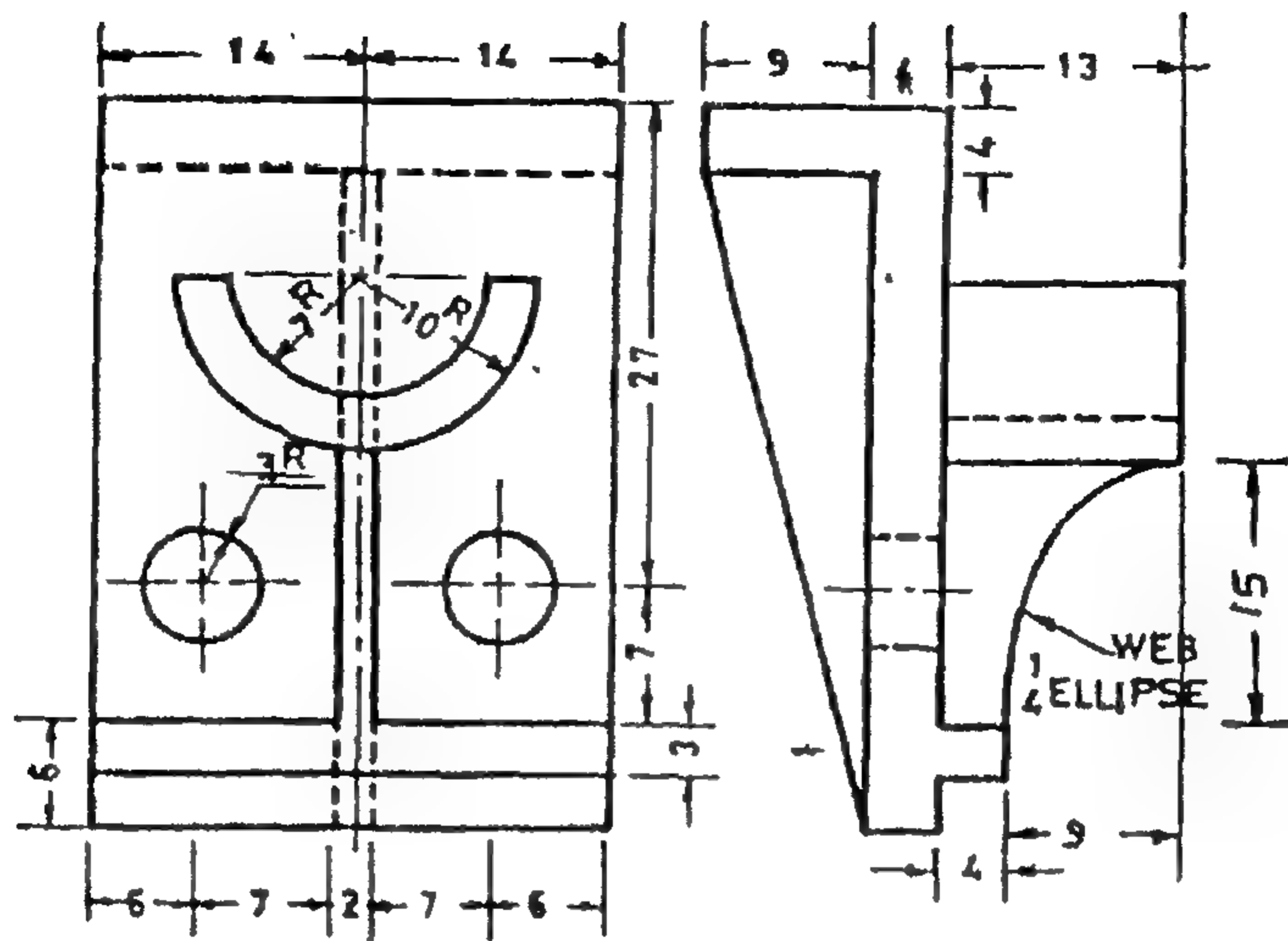


ELEVATION



SIDE VIEW

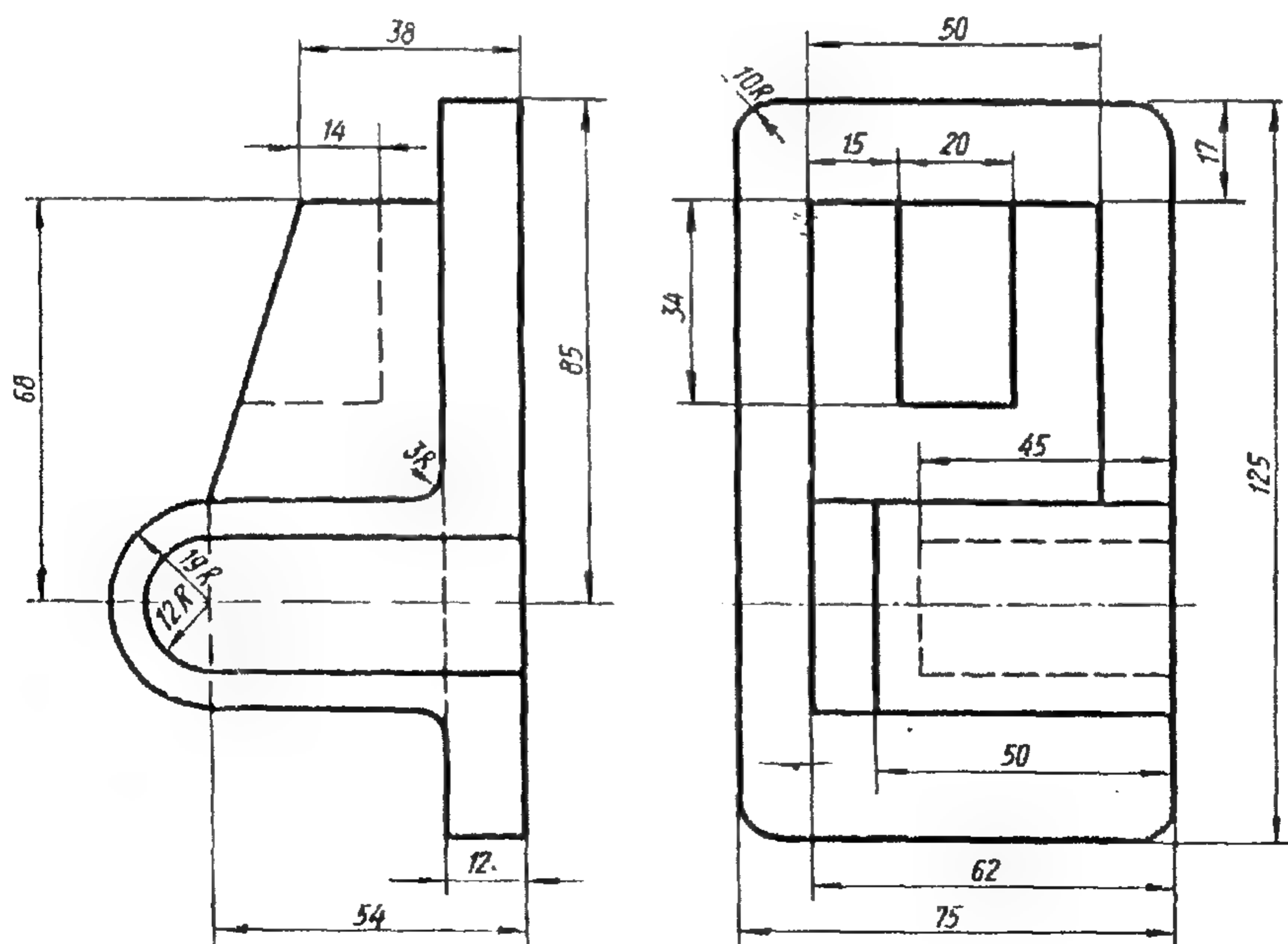
125



ELEVATION

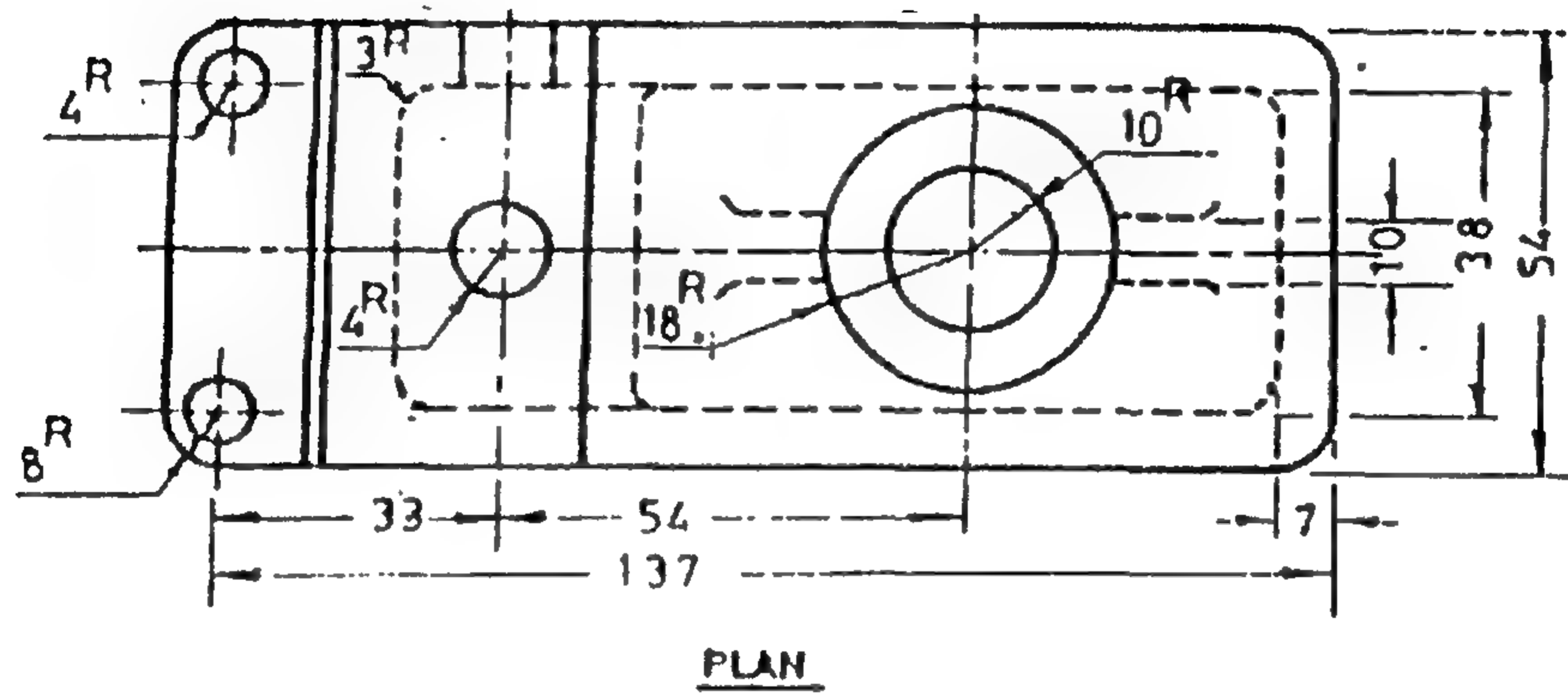
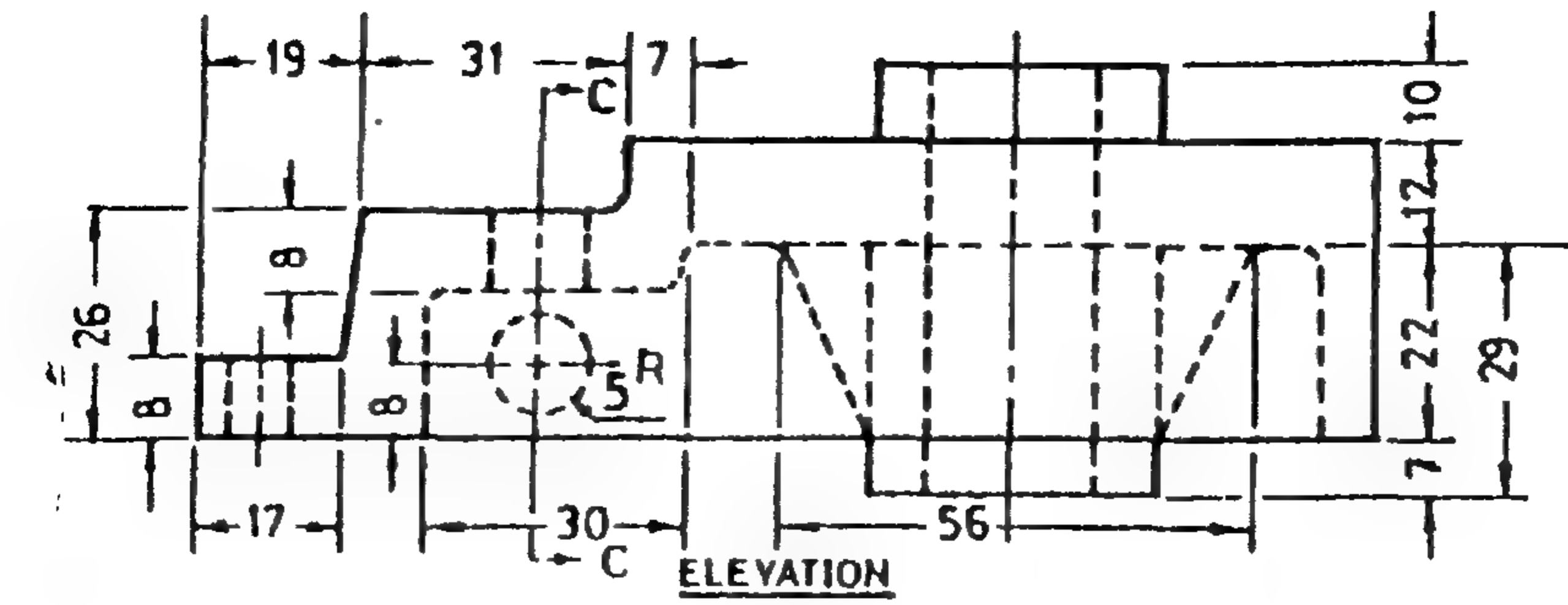
SIDE VIEW

126

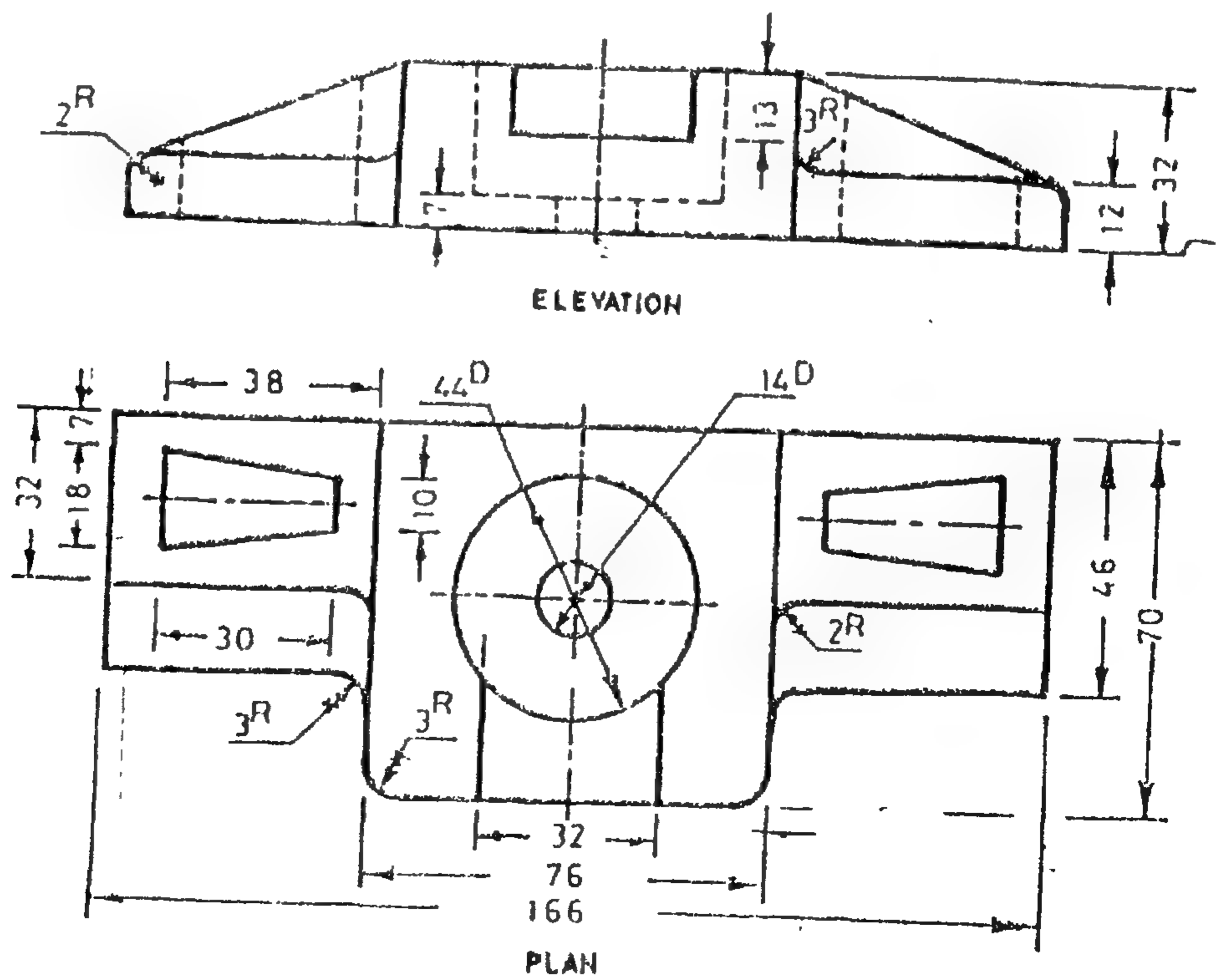


Body

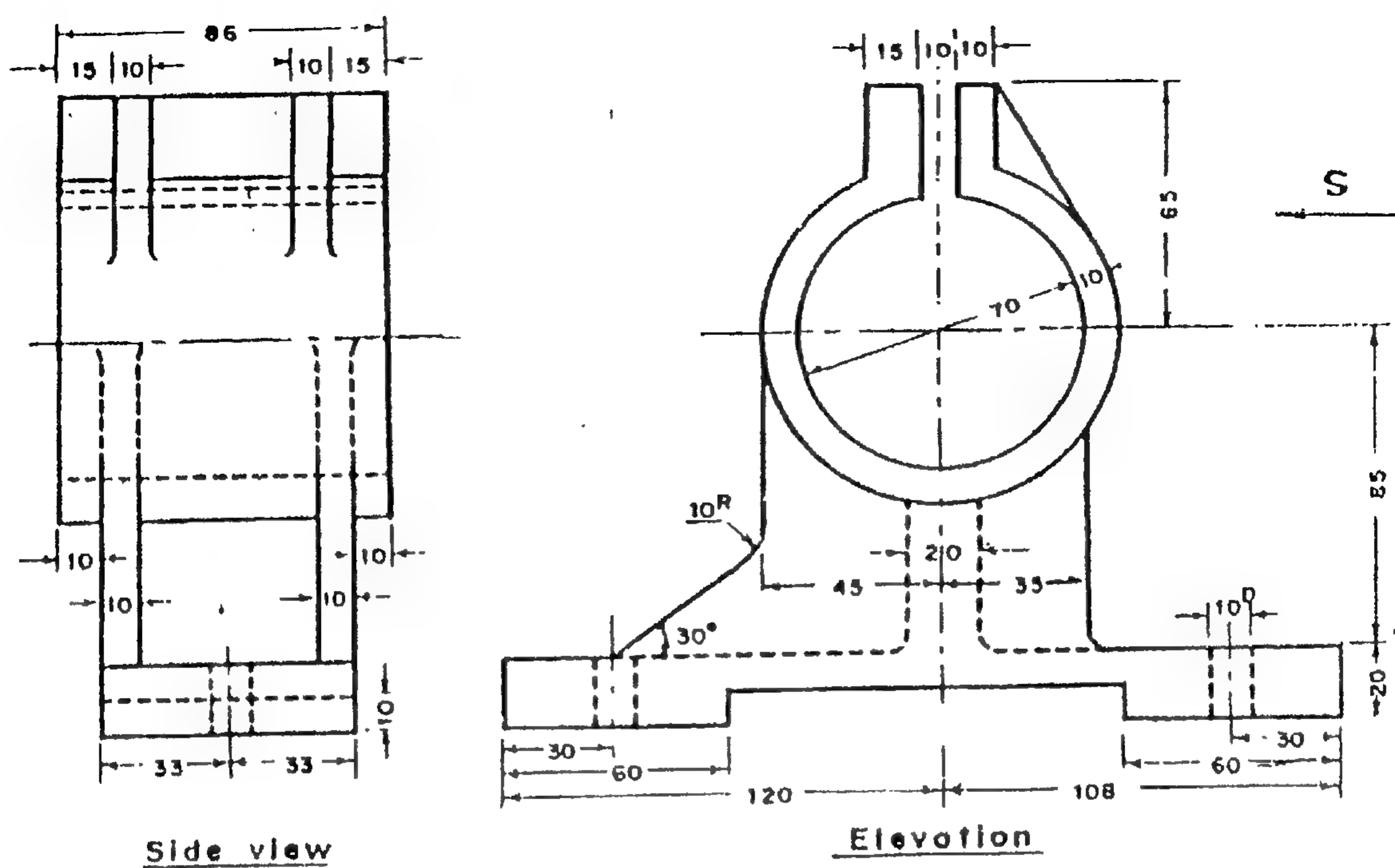
127



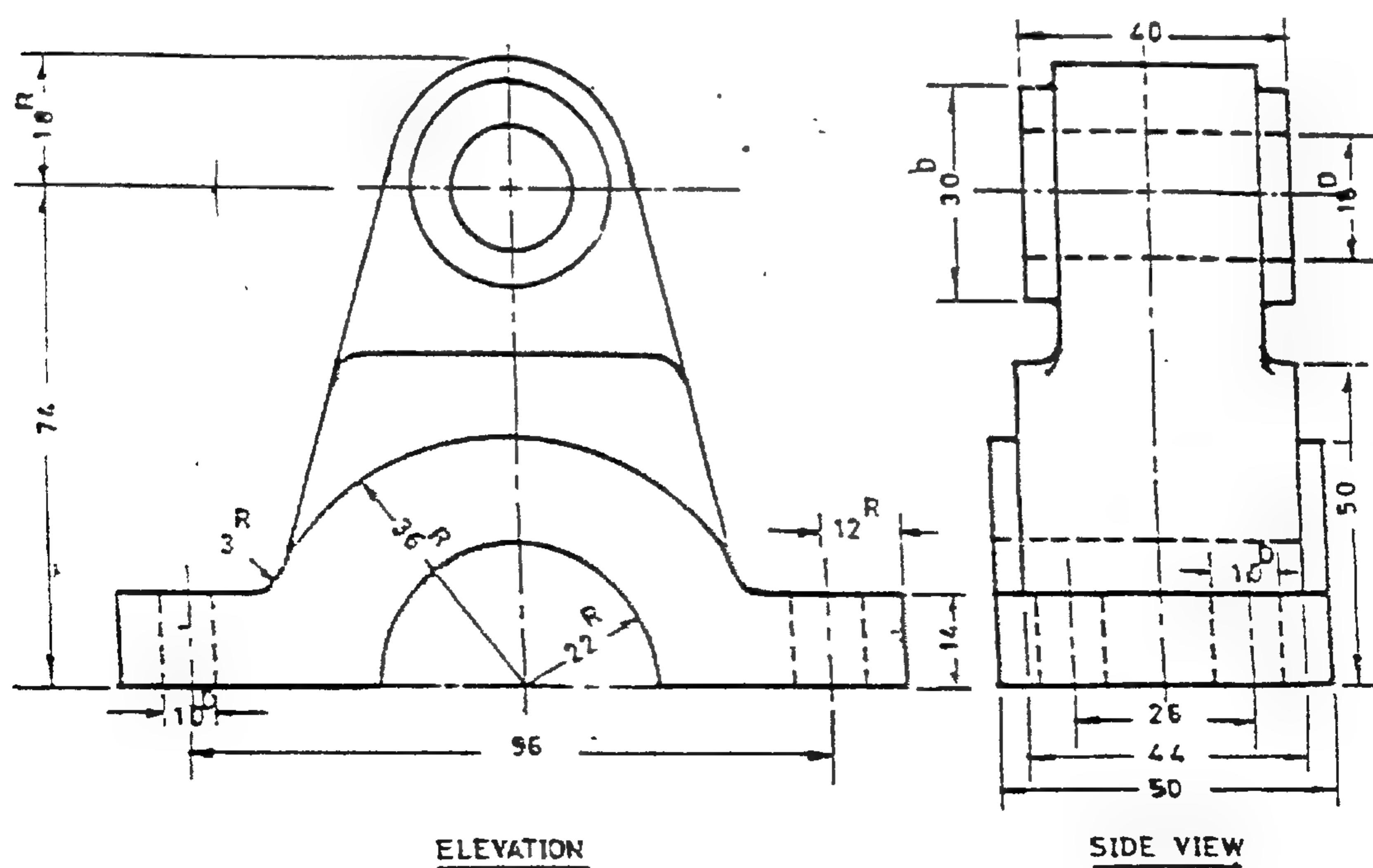
128



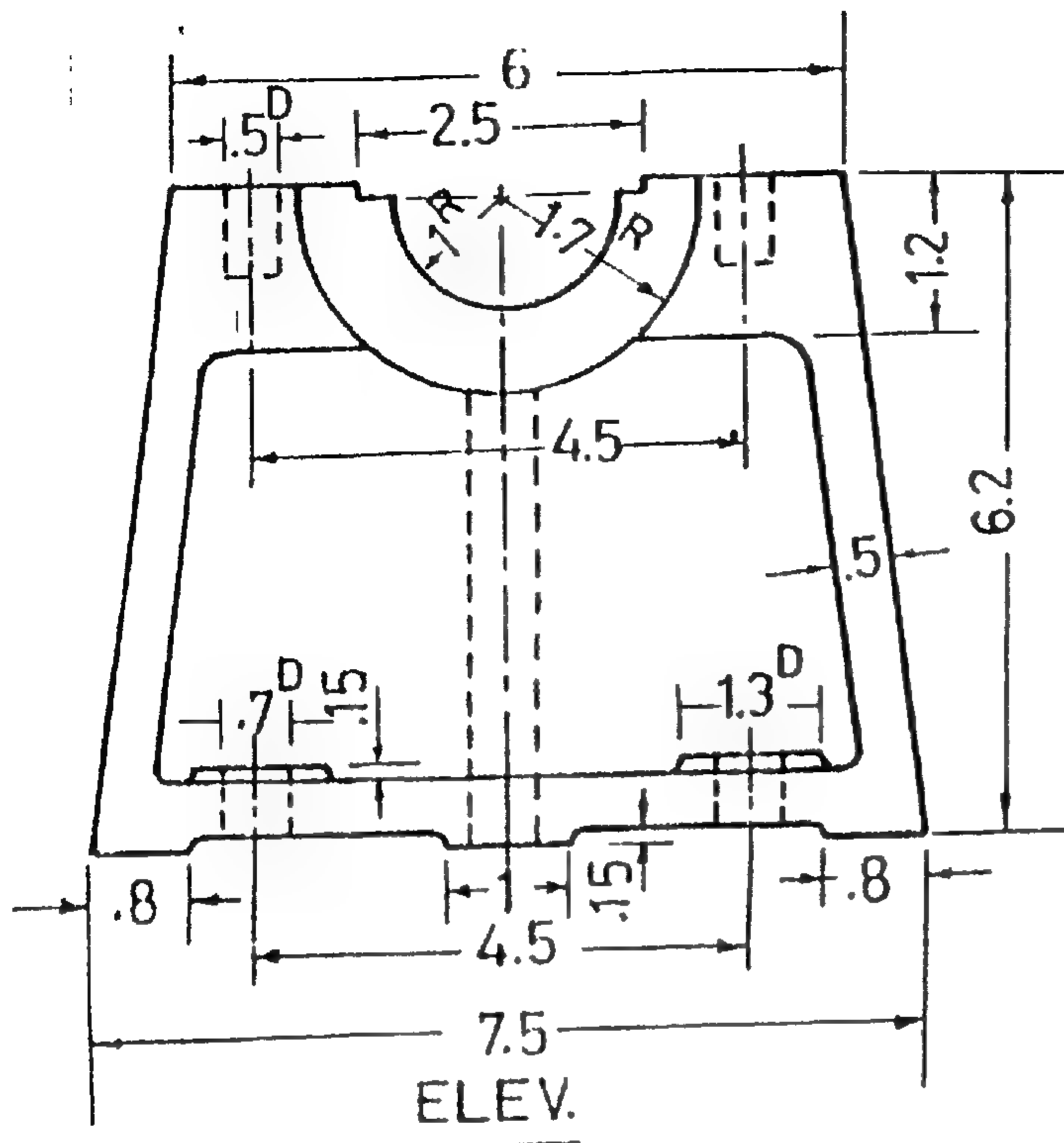
129



130

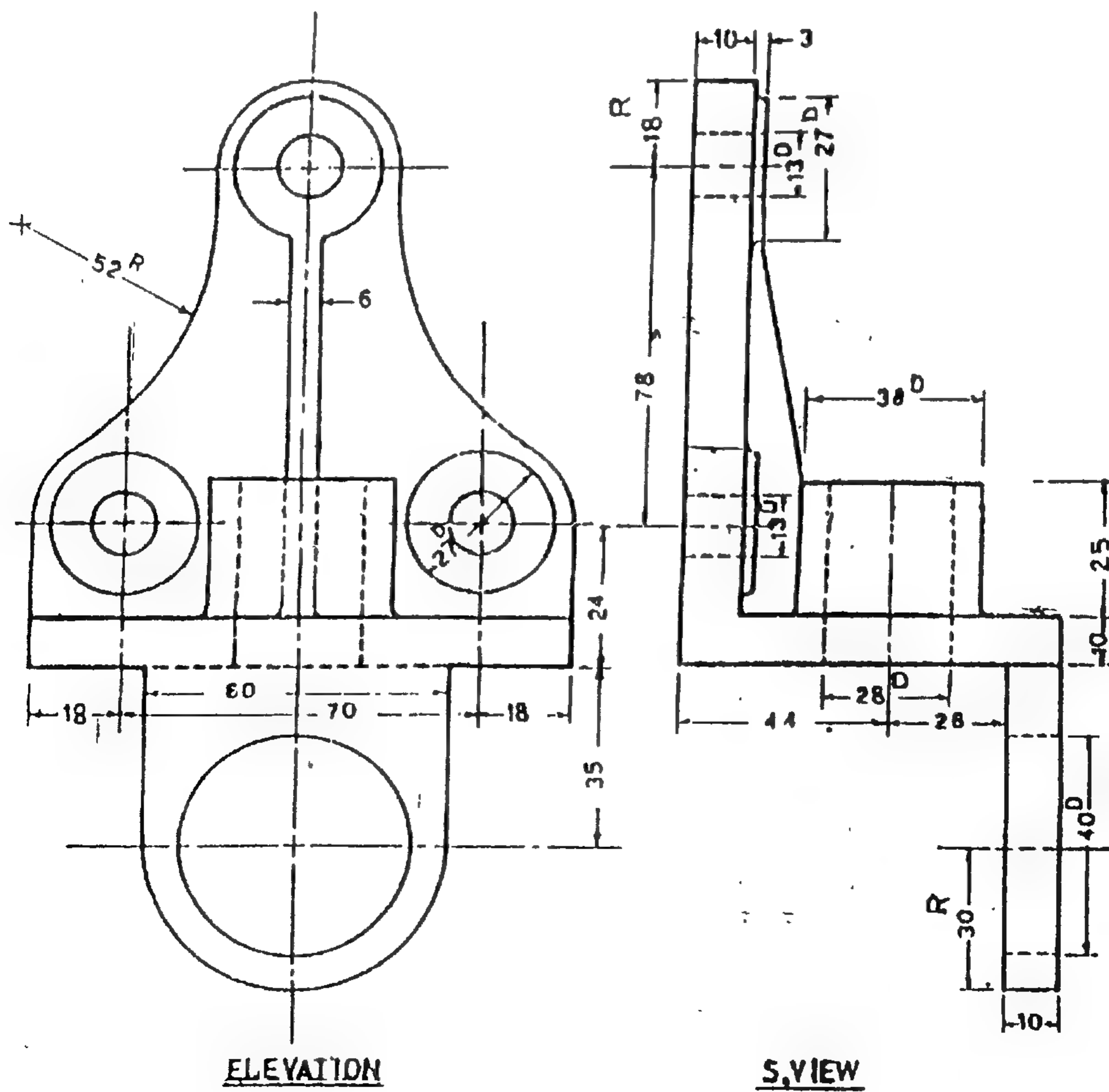


131



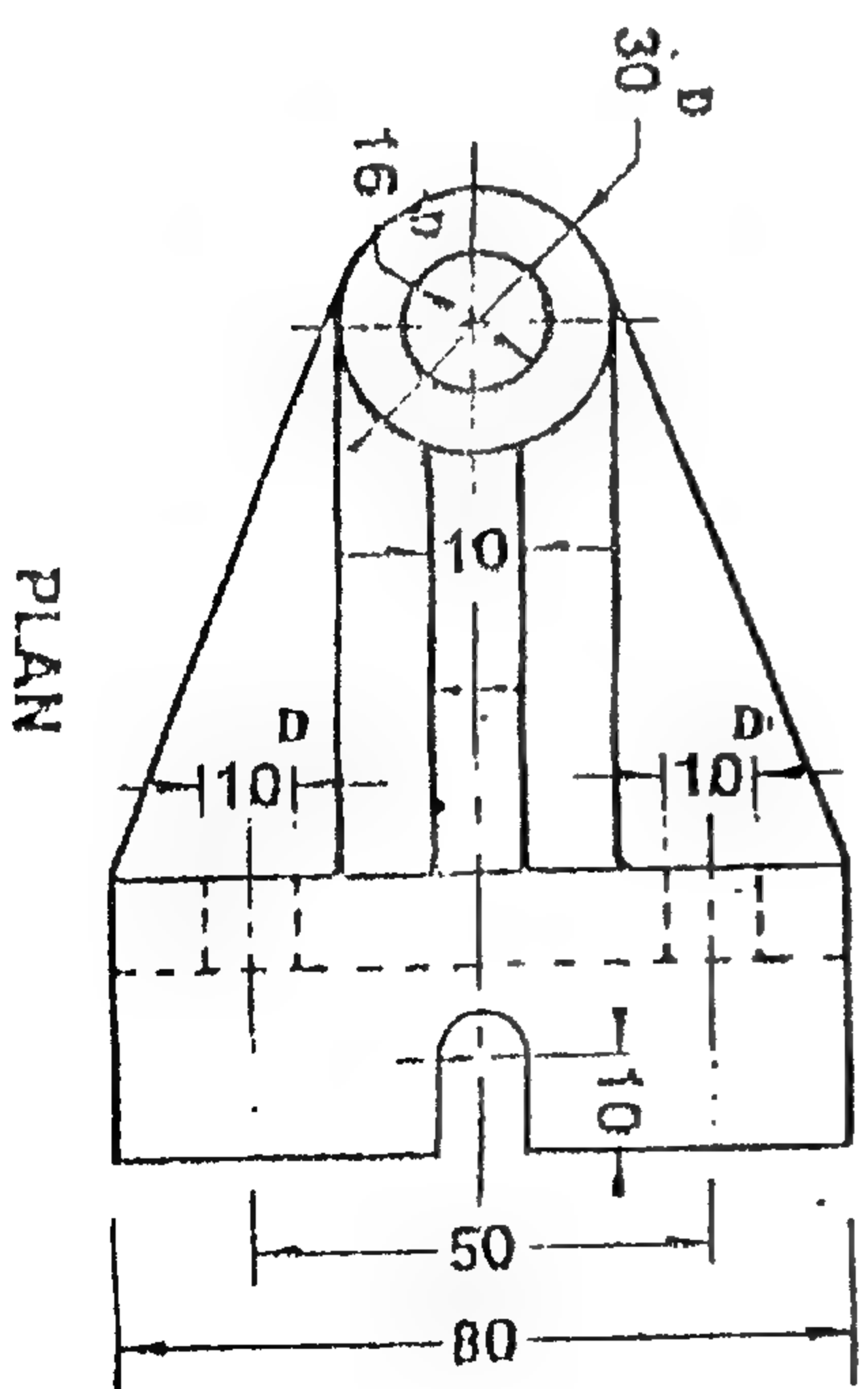
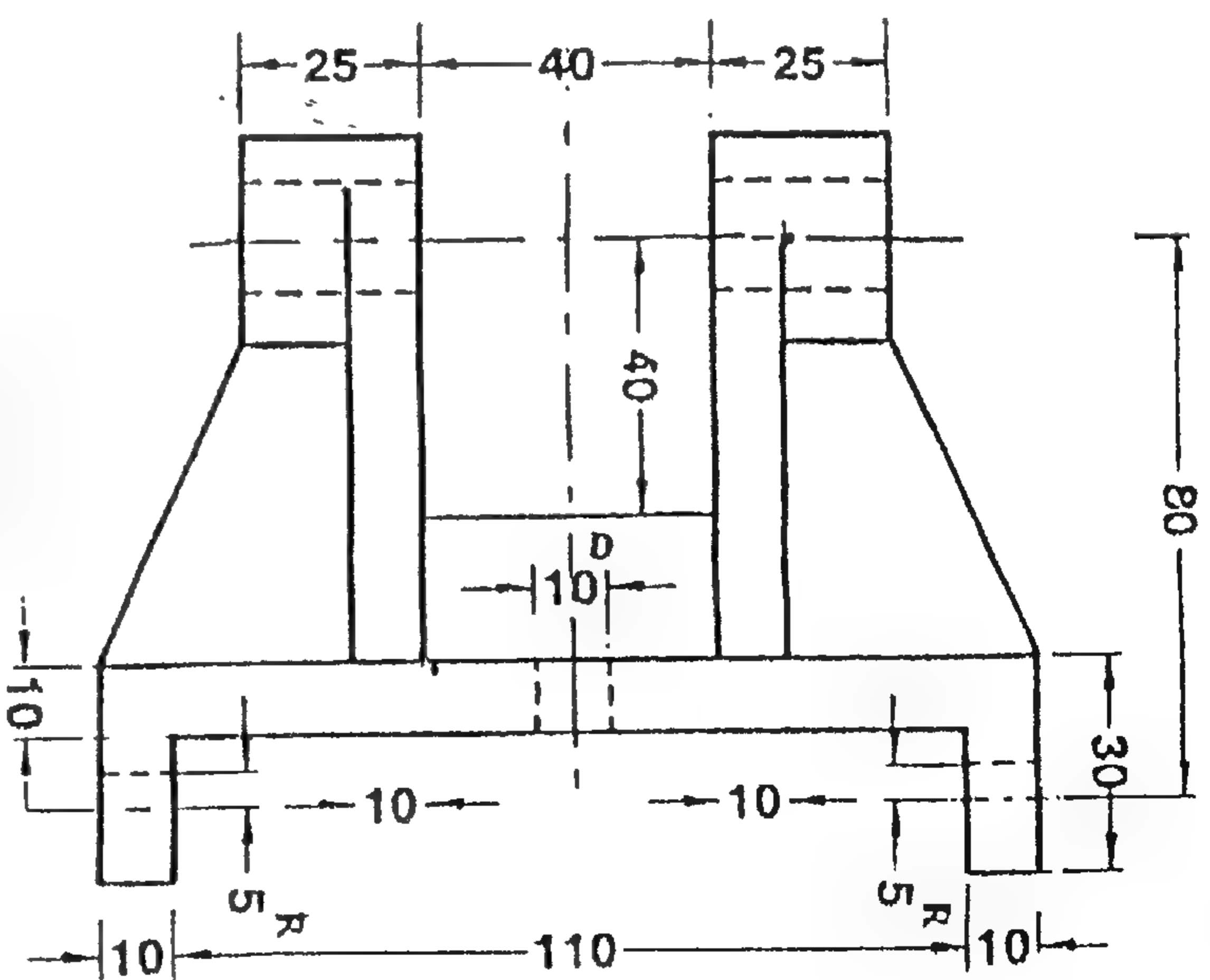
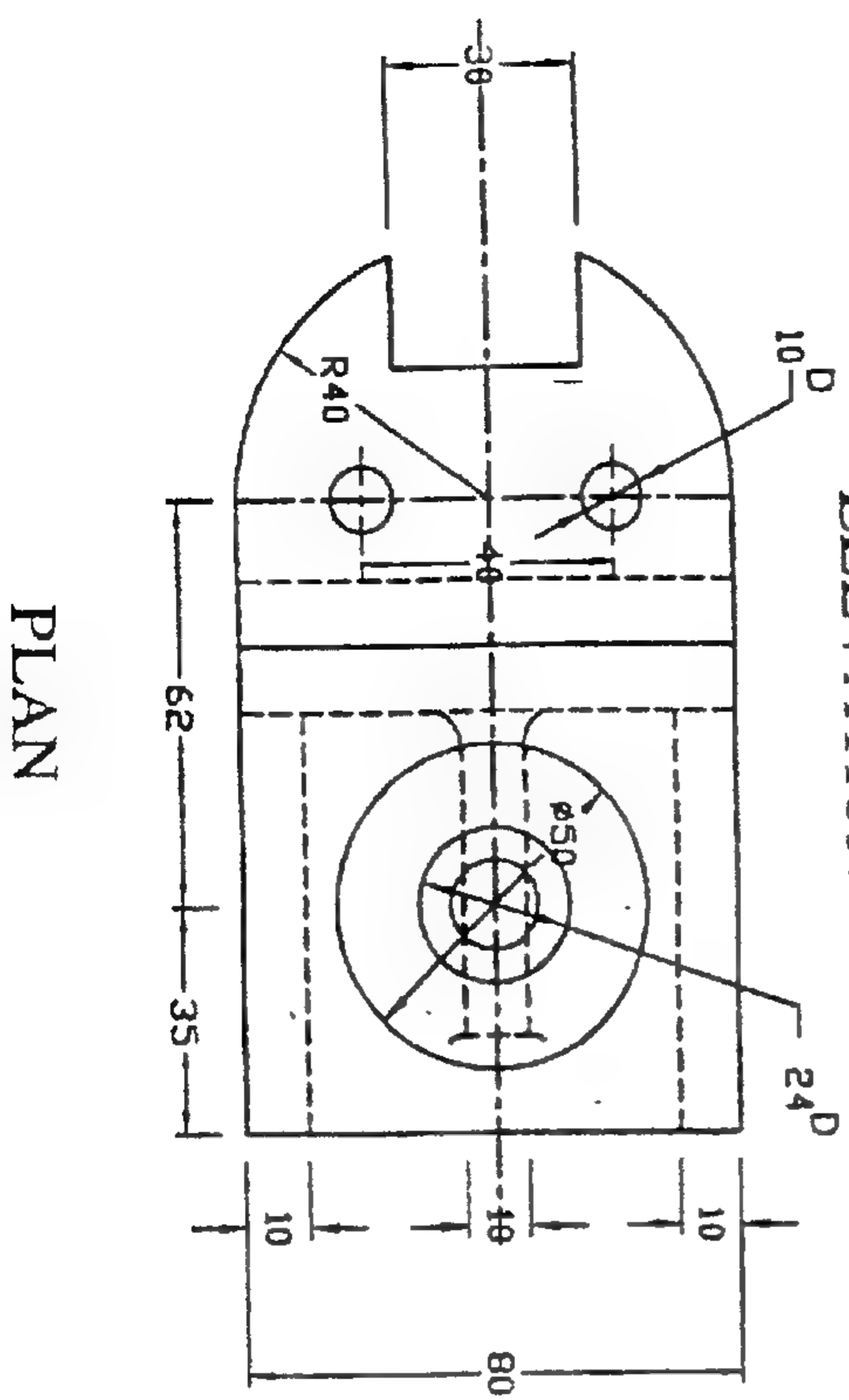
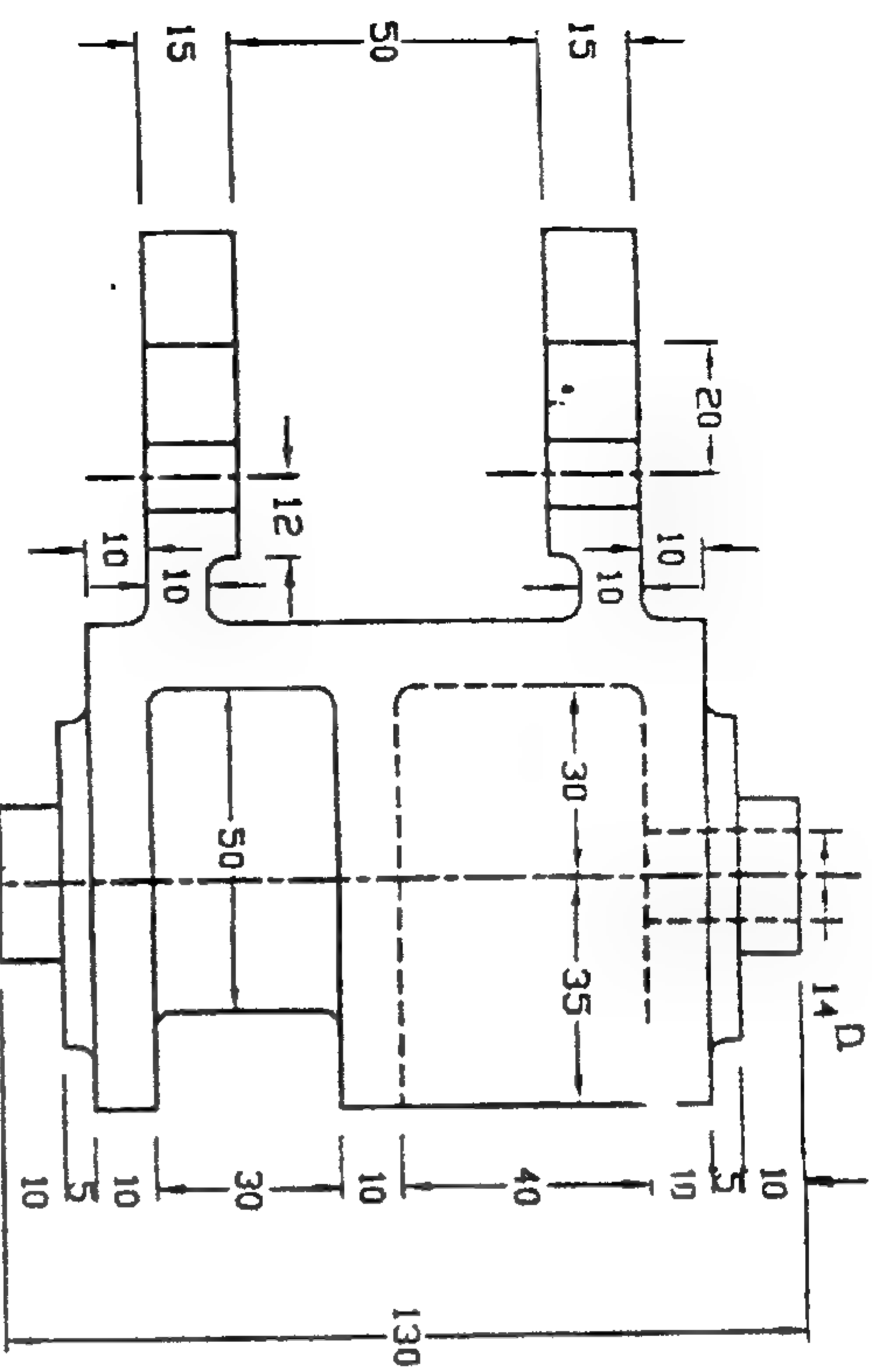
S.V.

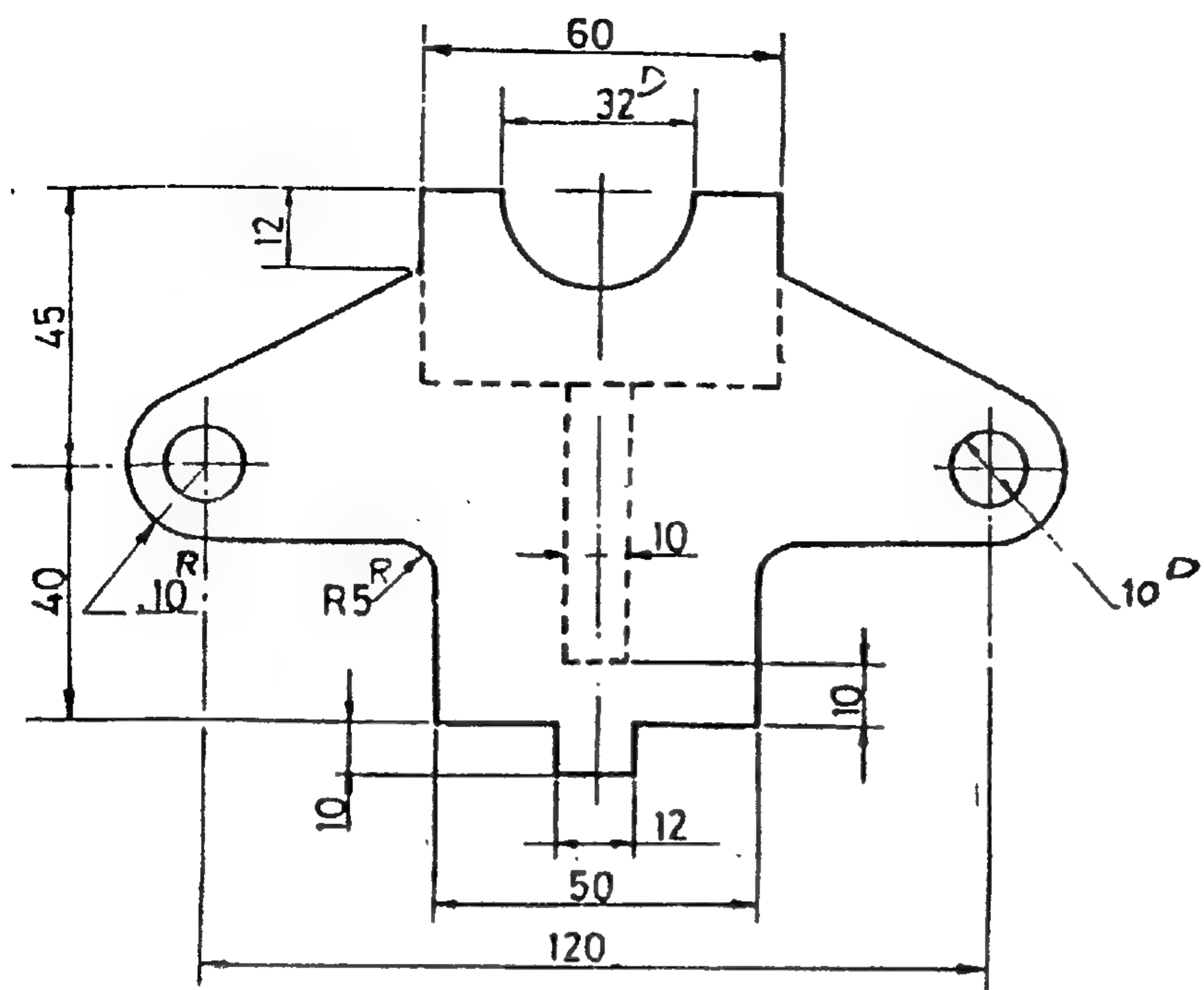
132



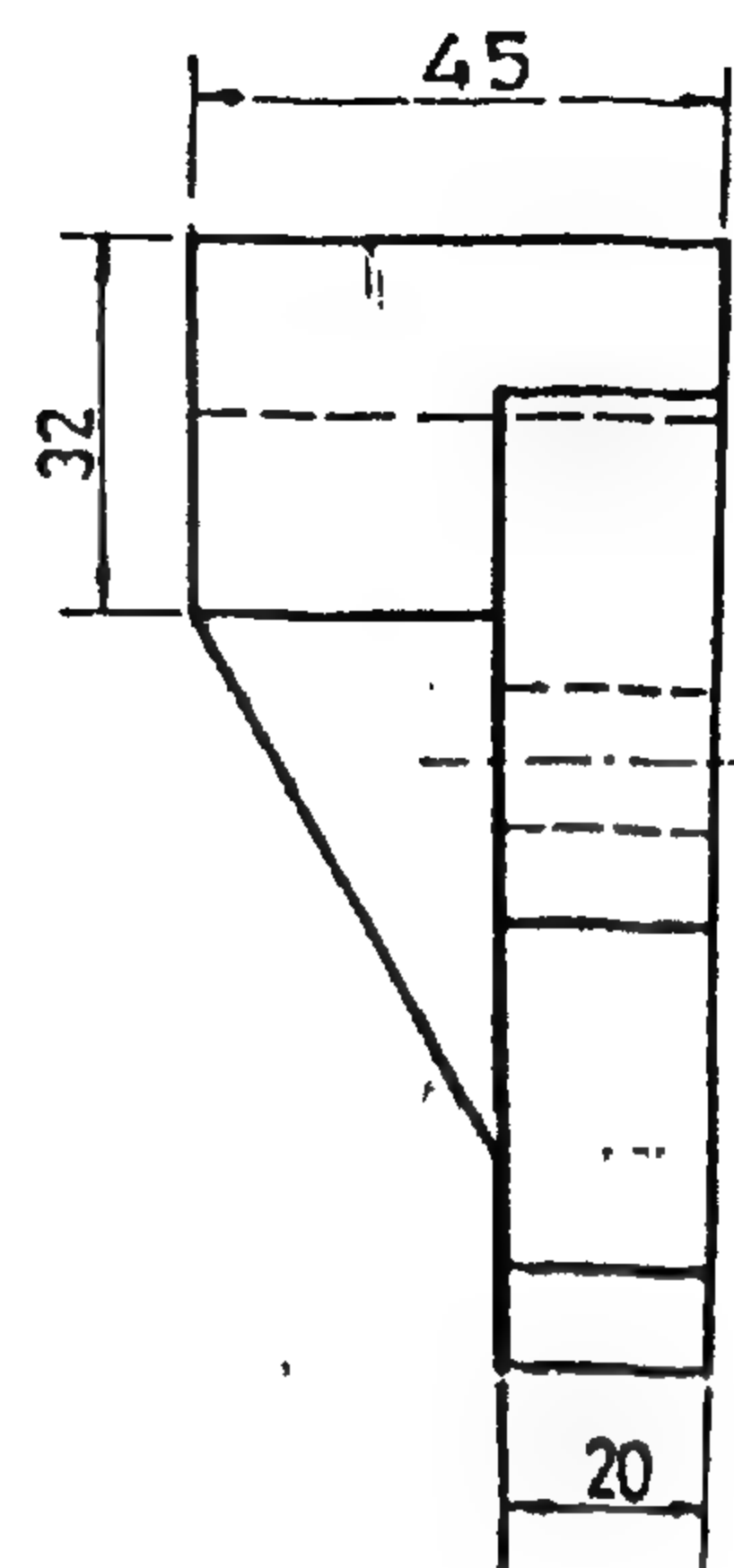
S.V.

133



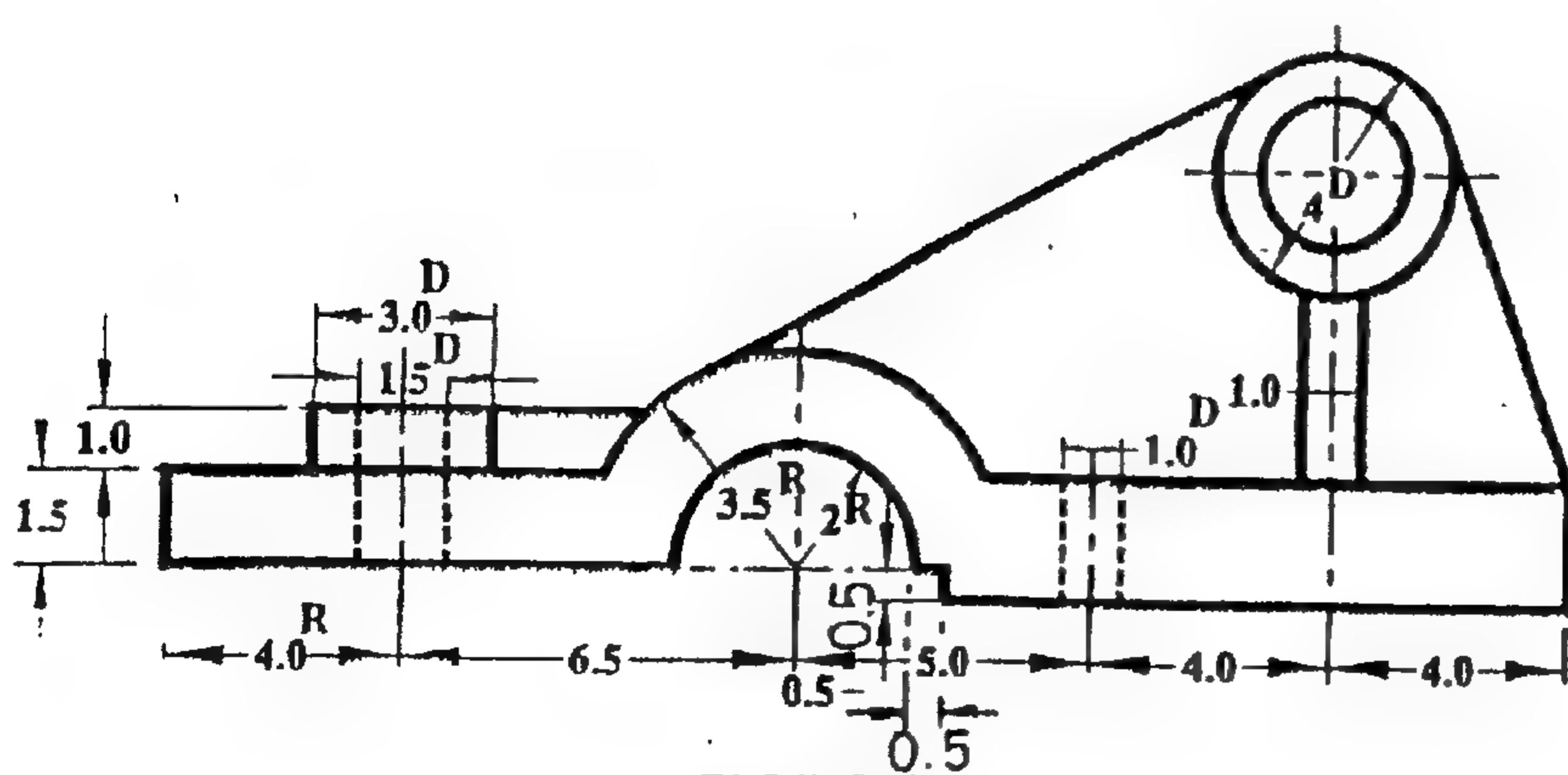


ELEVATION

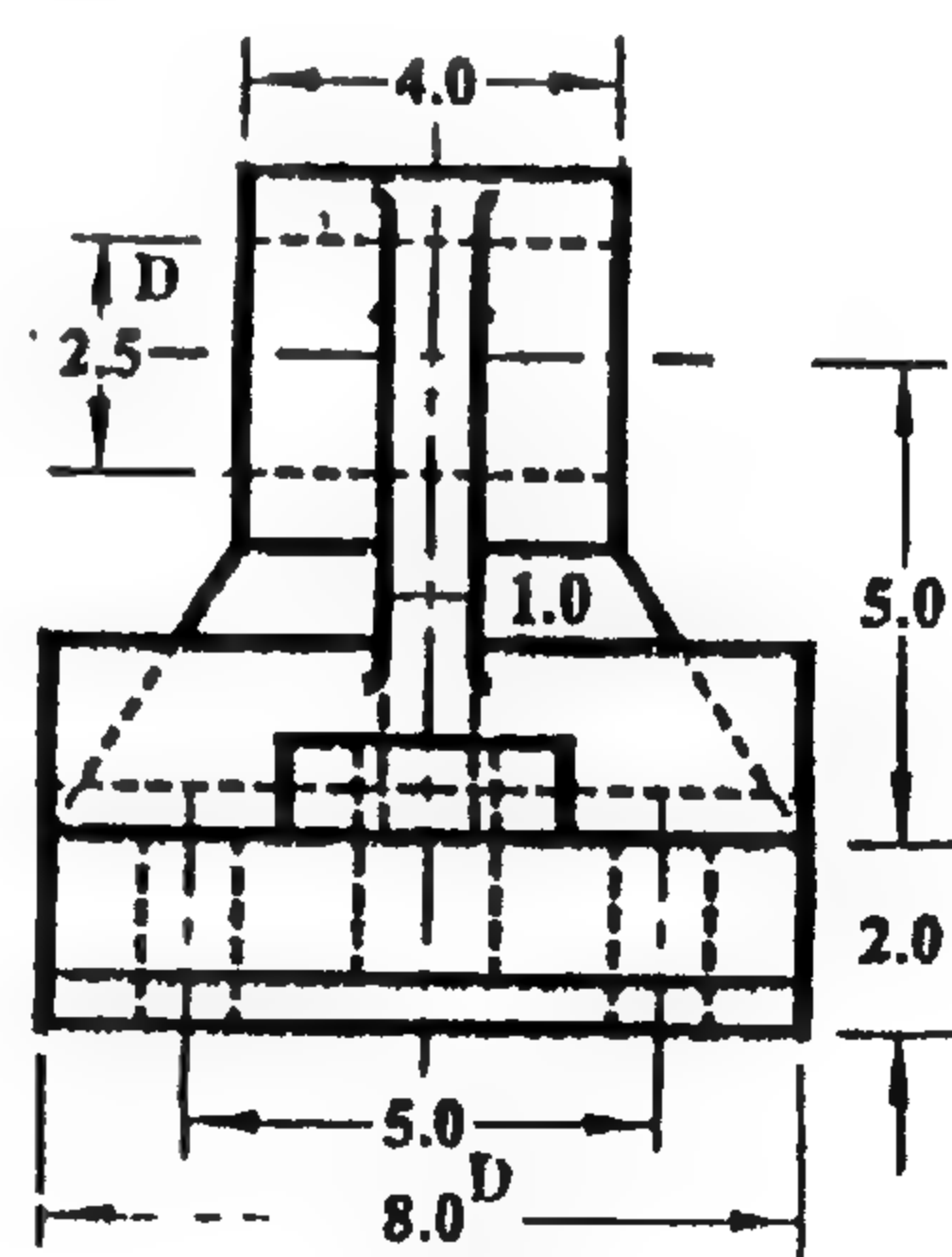


SIDE VIEW

136

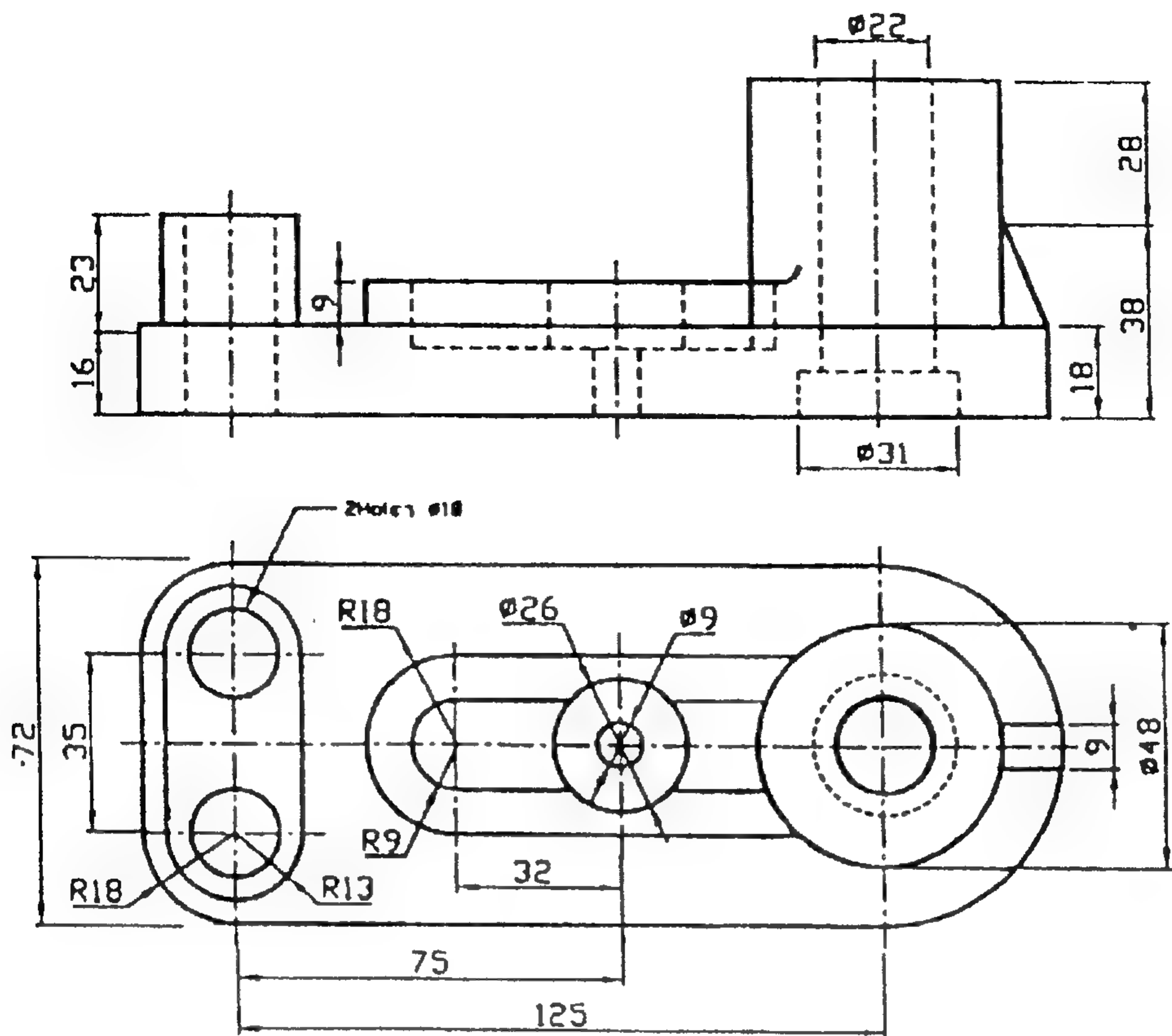


ELEVATION

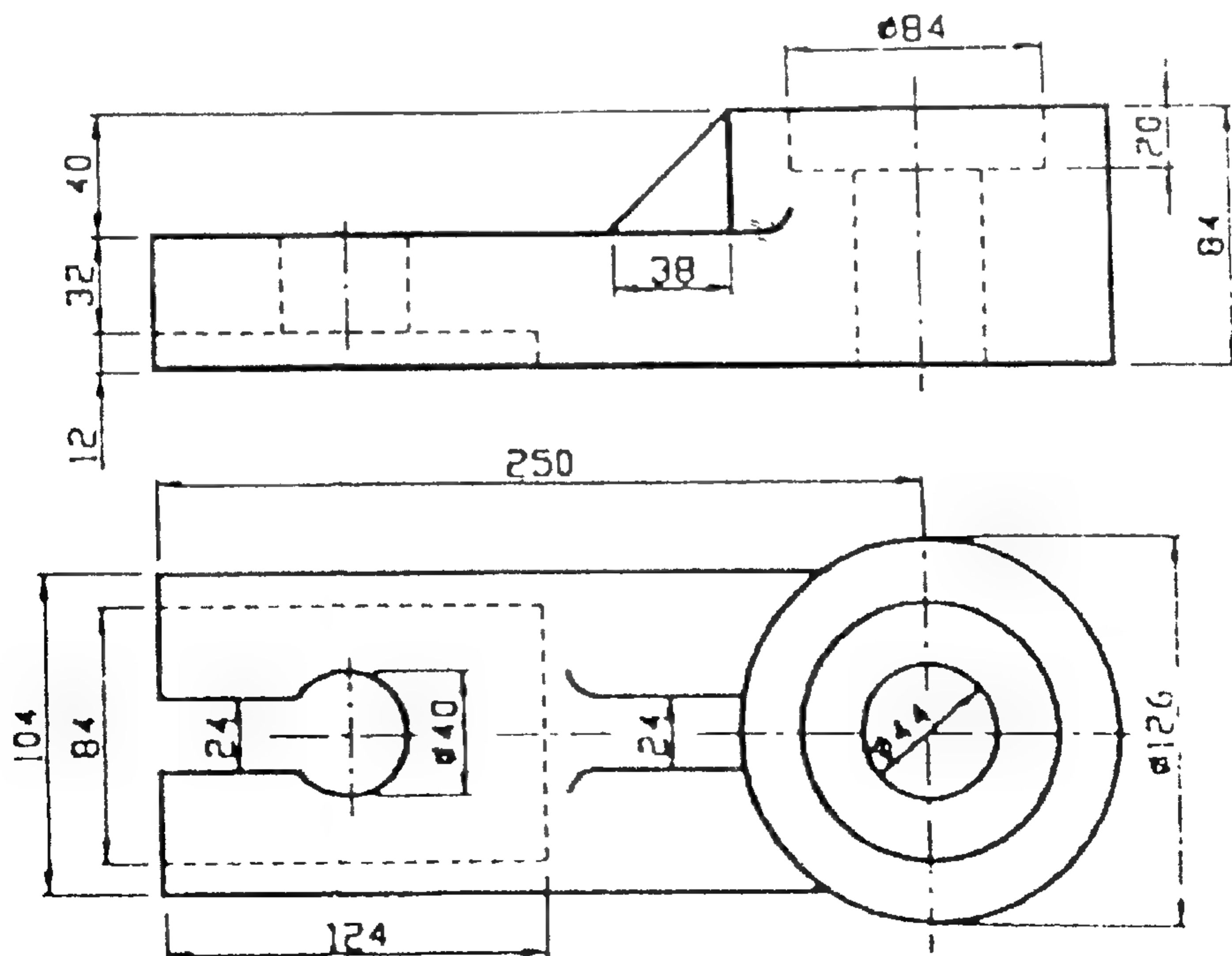


SIDE VIEW

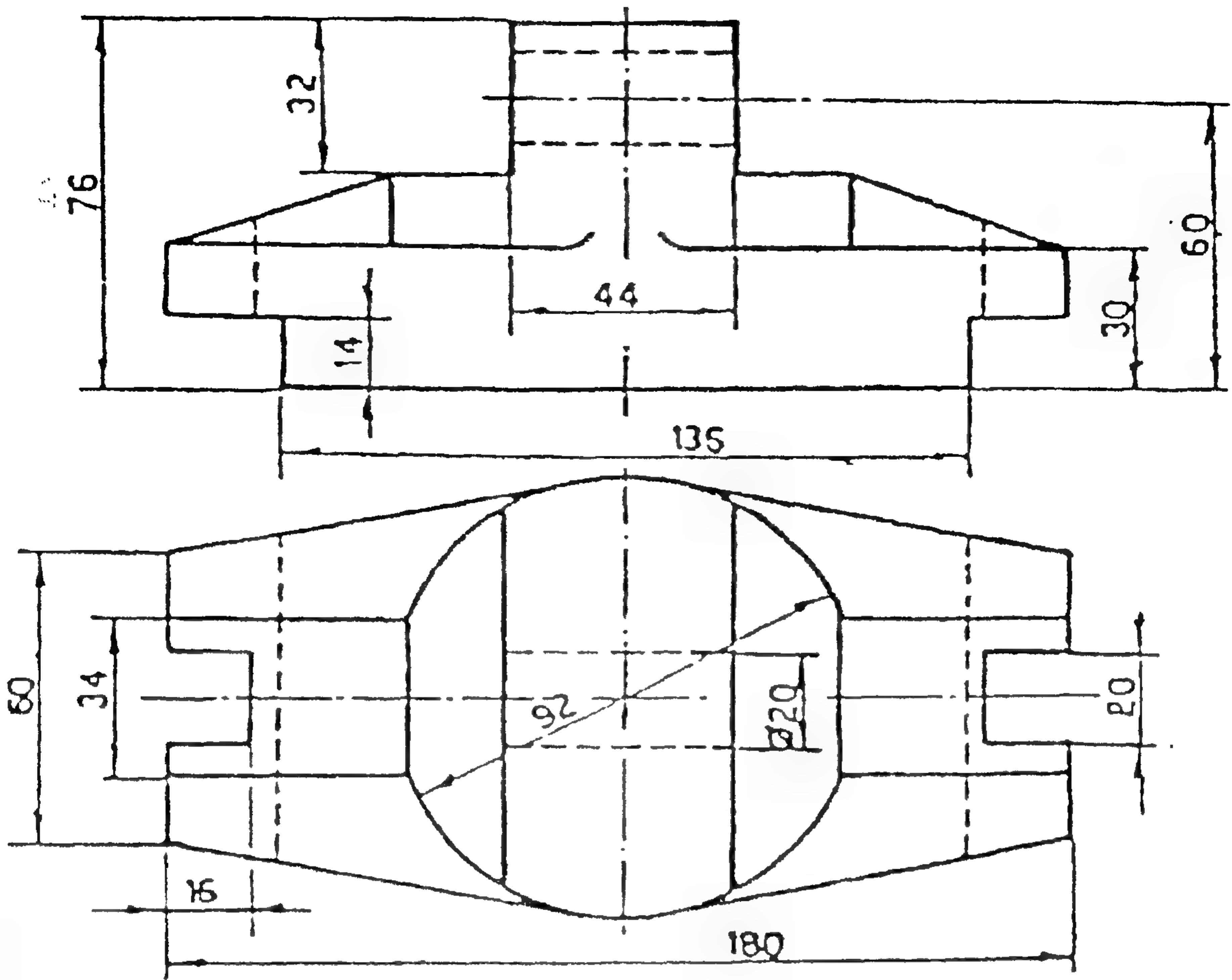
137



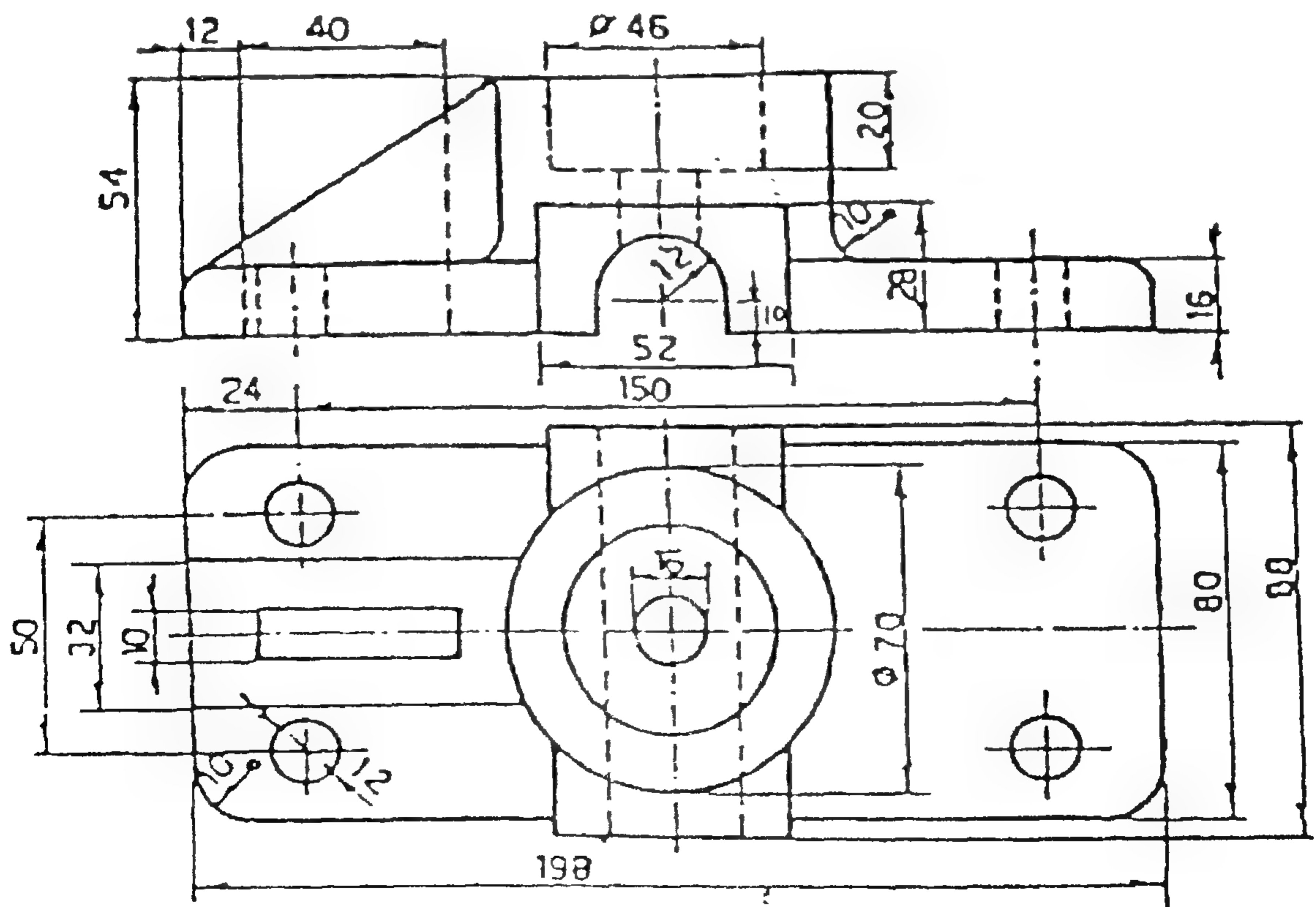
138



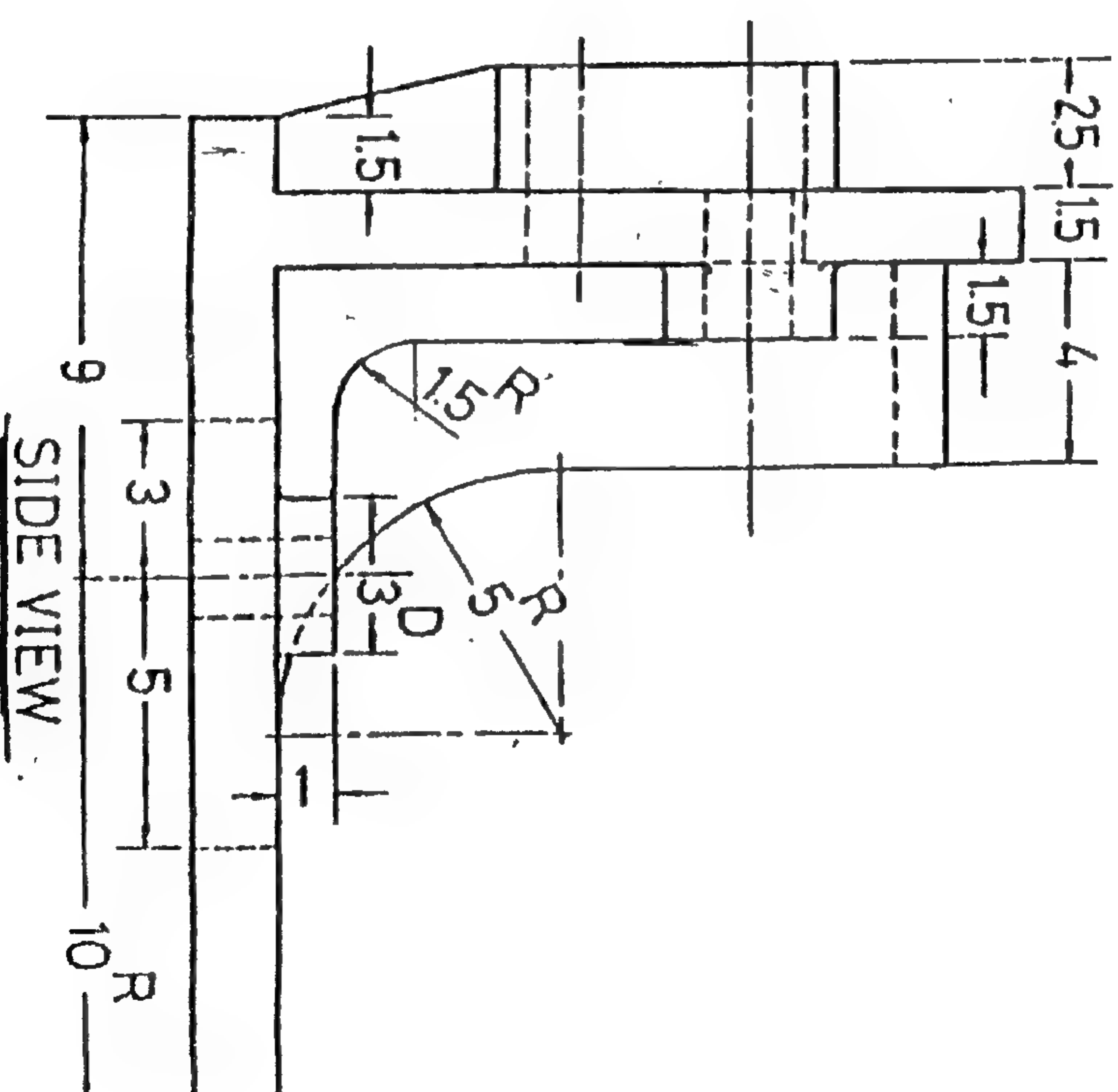
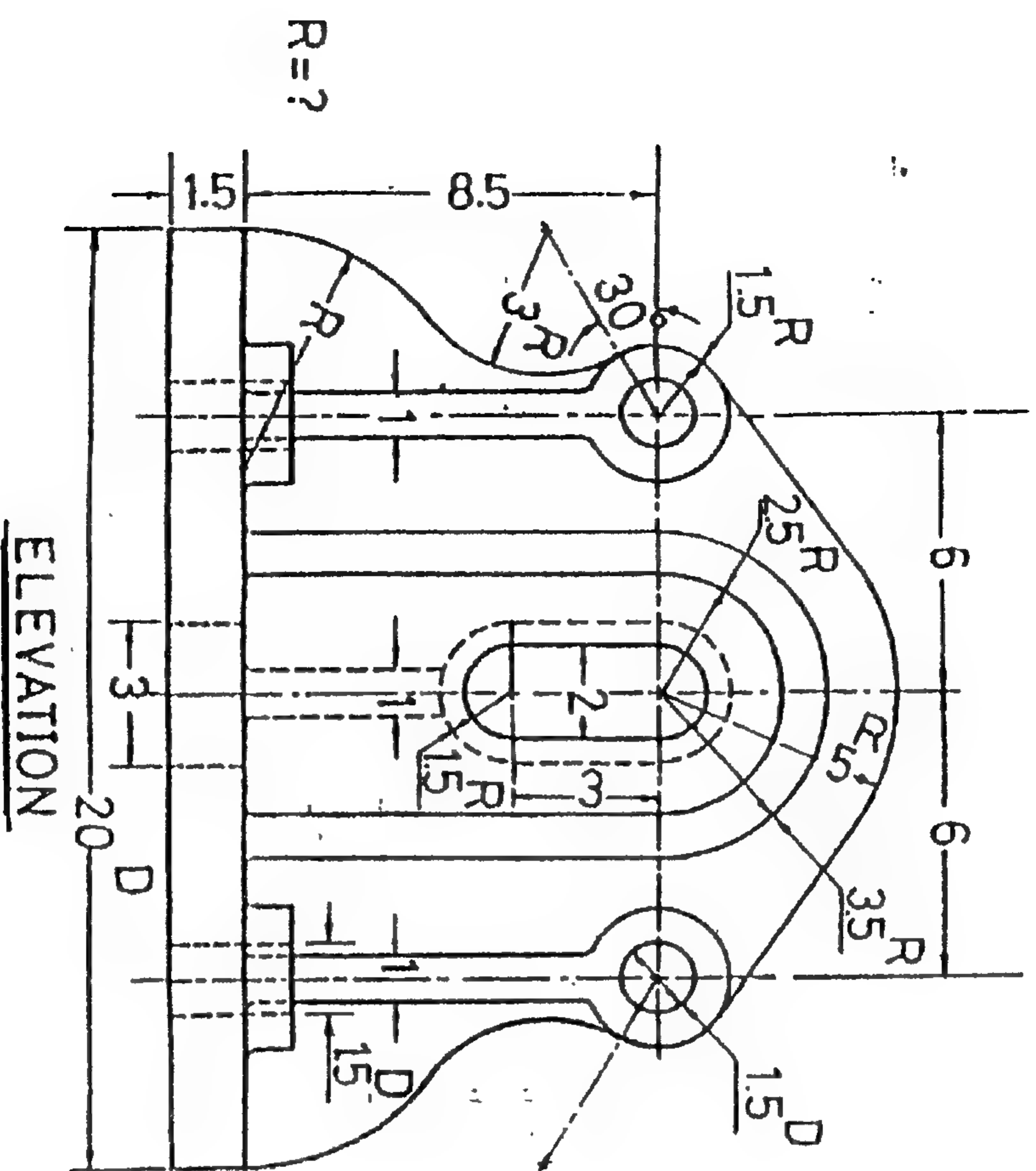
139

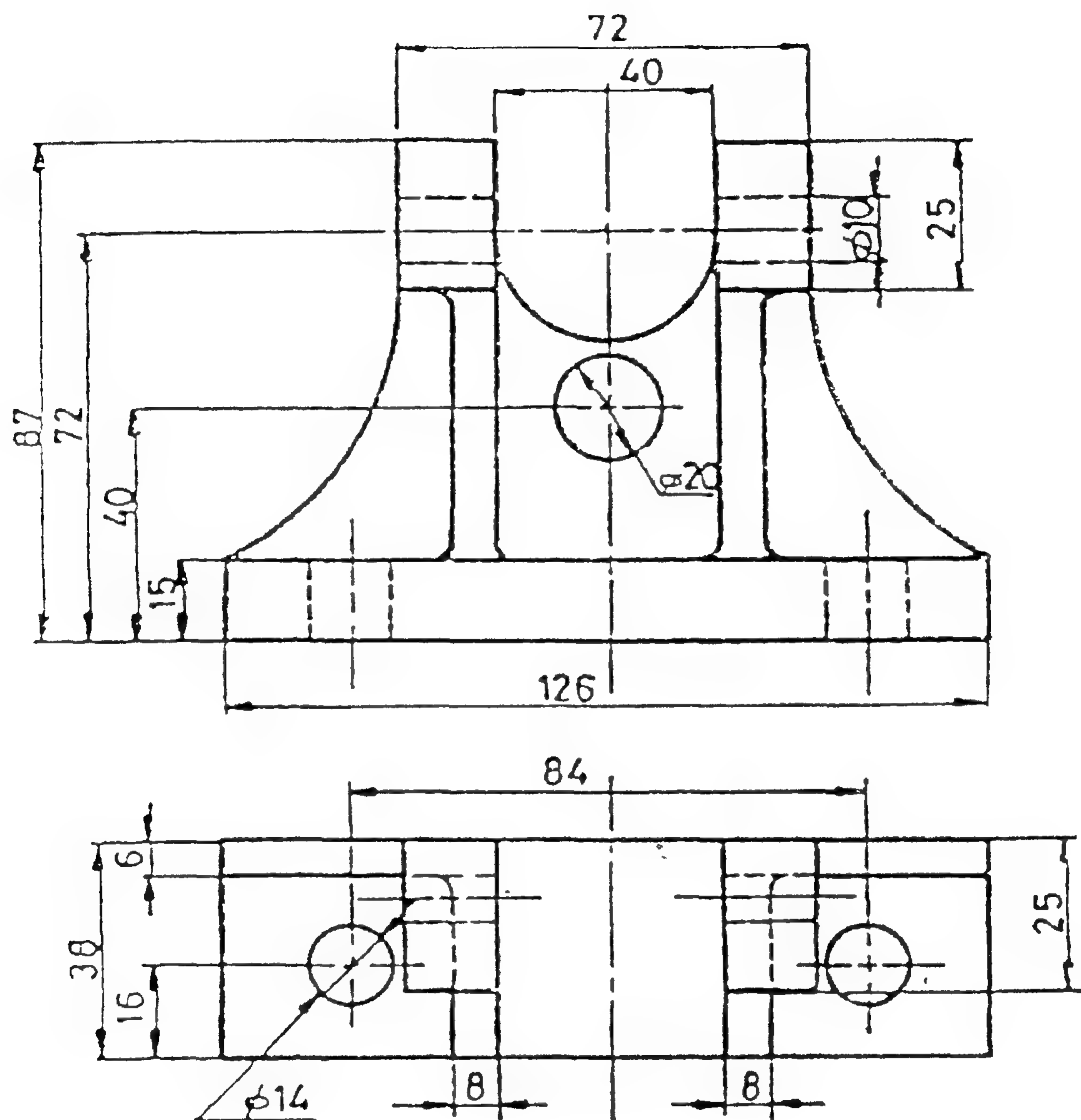


140

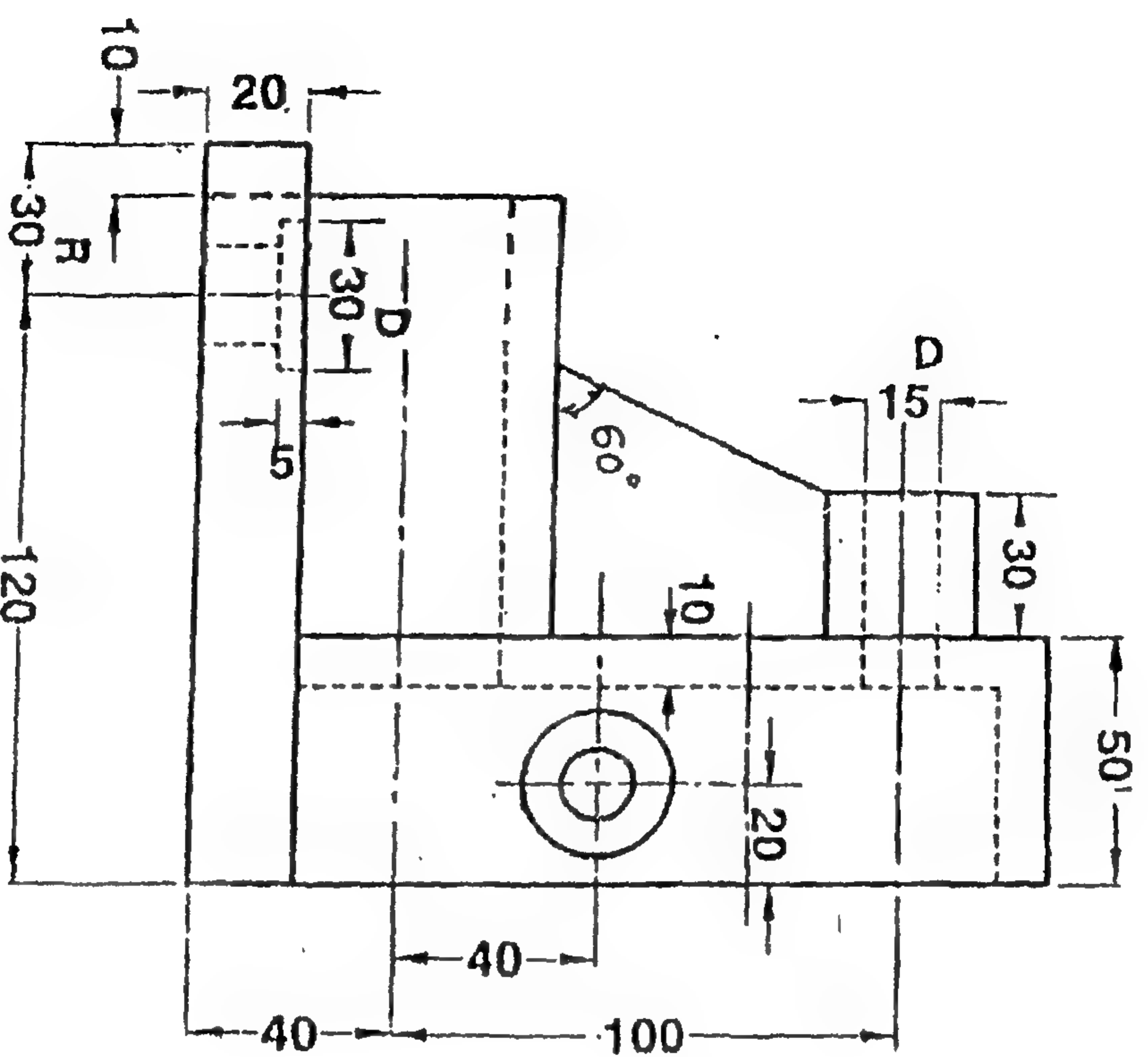


141

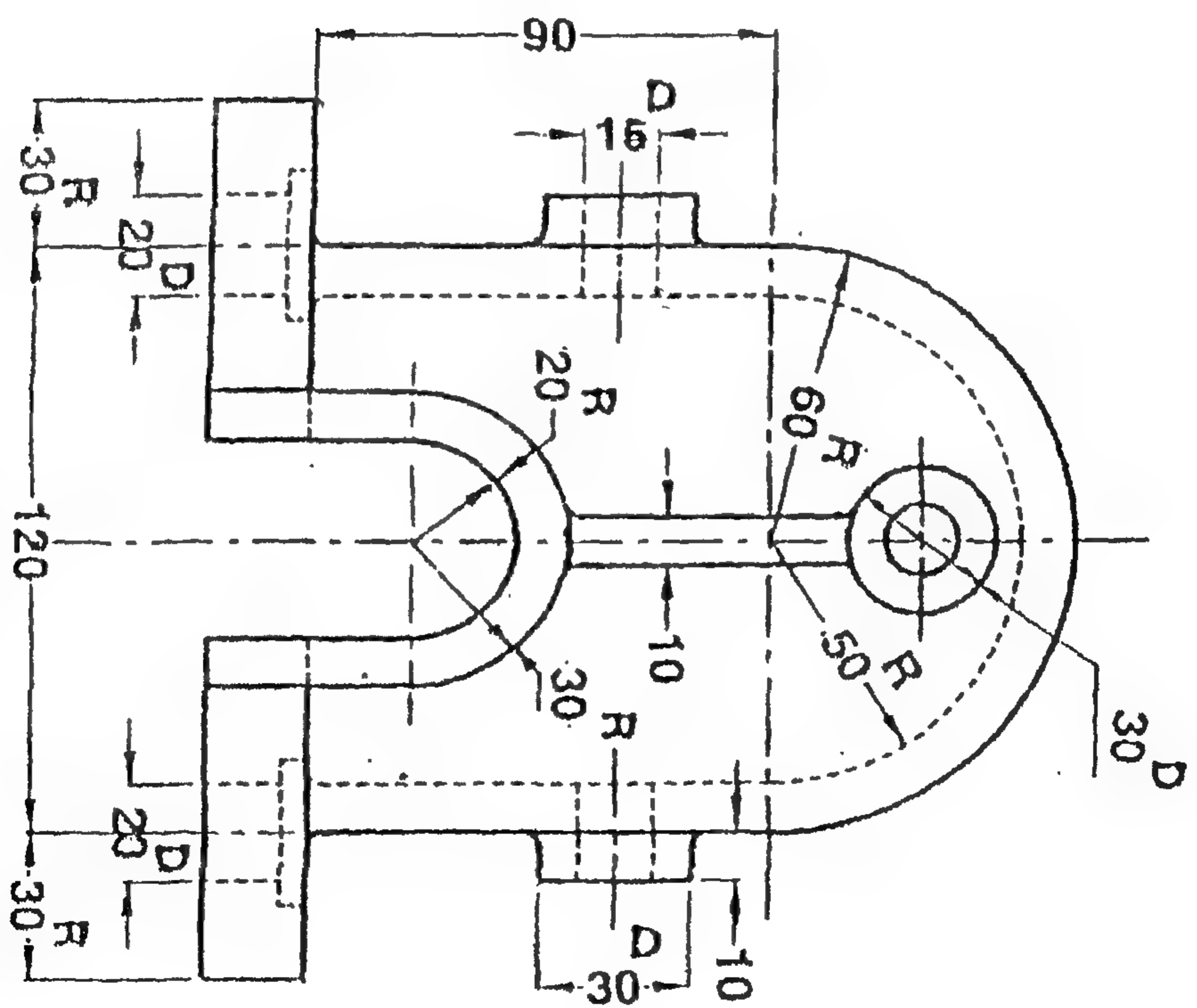




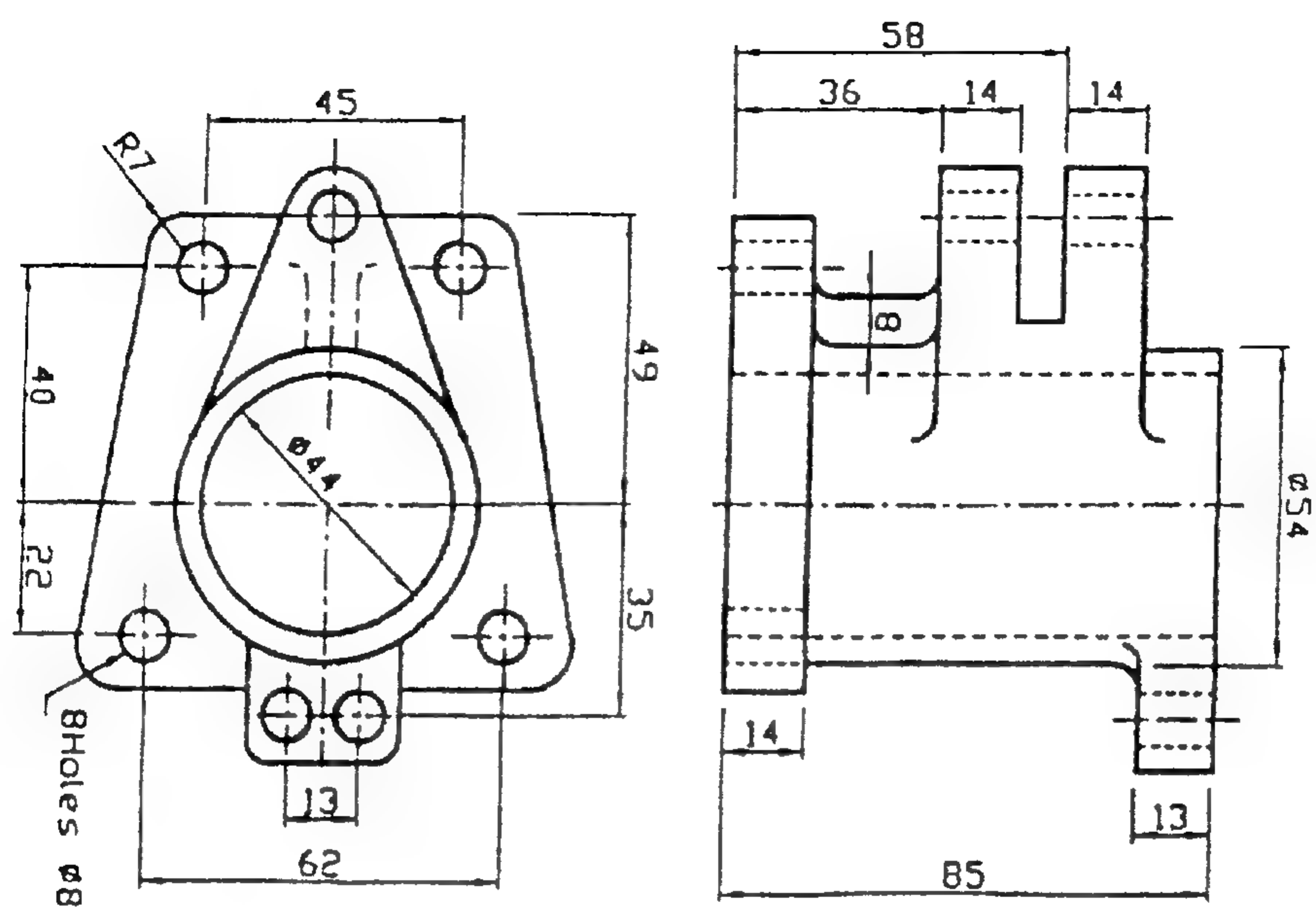
143



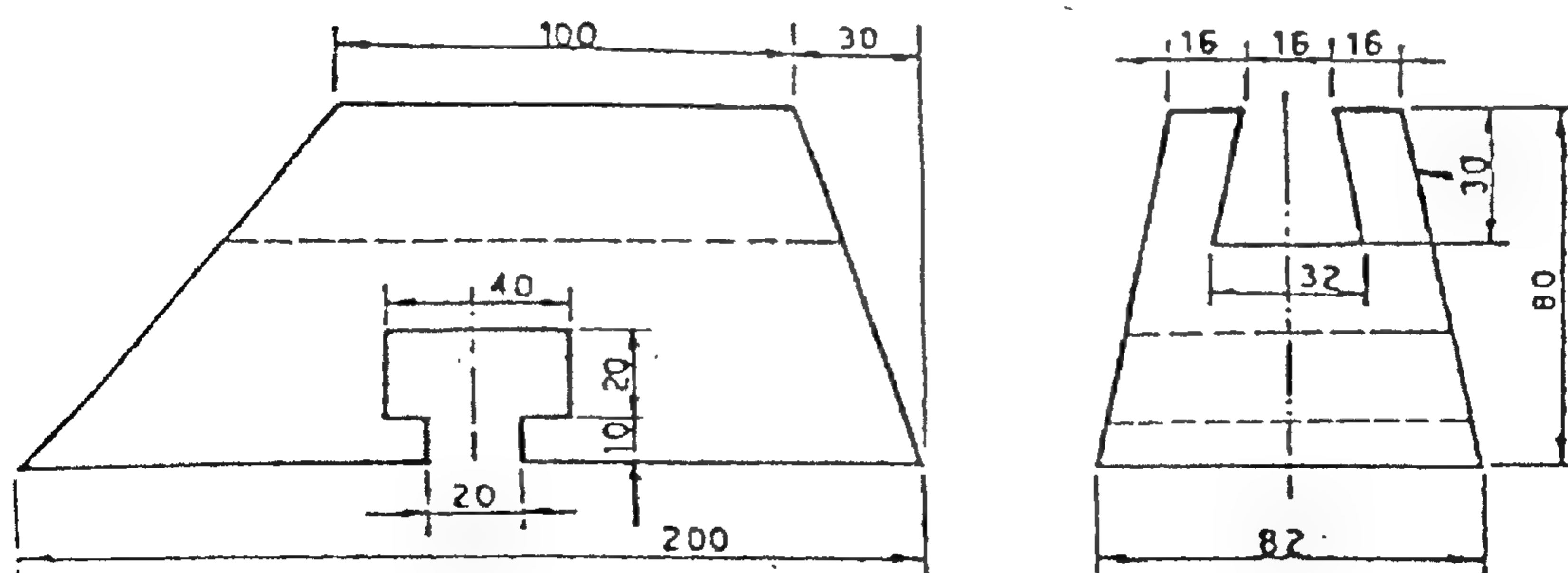
ELEVATION



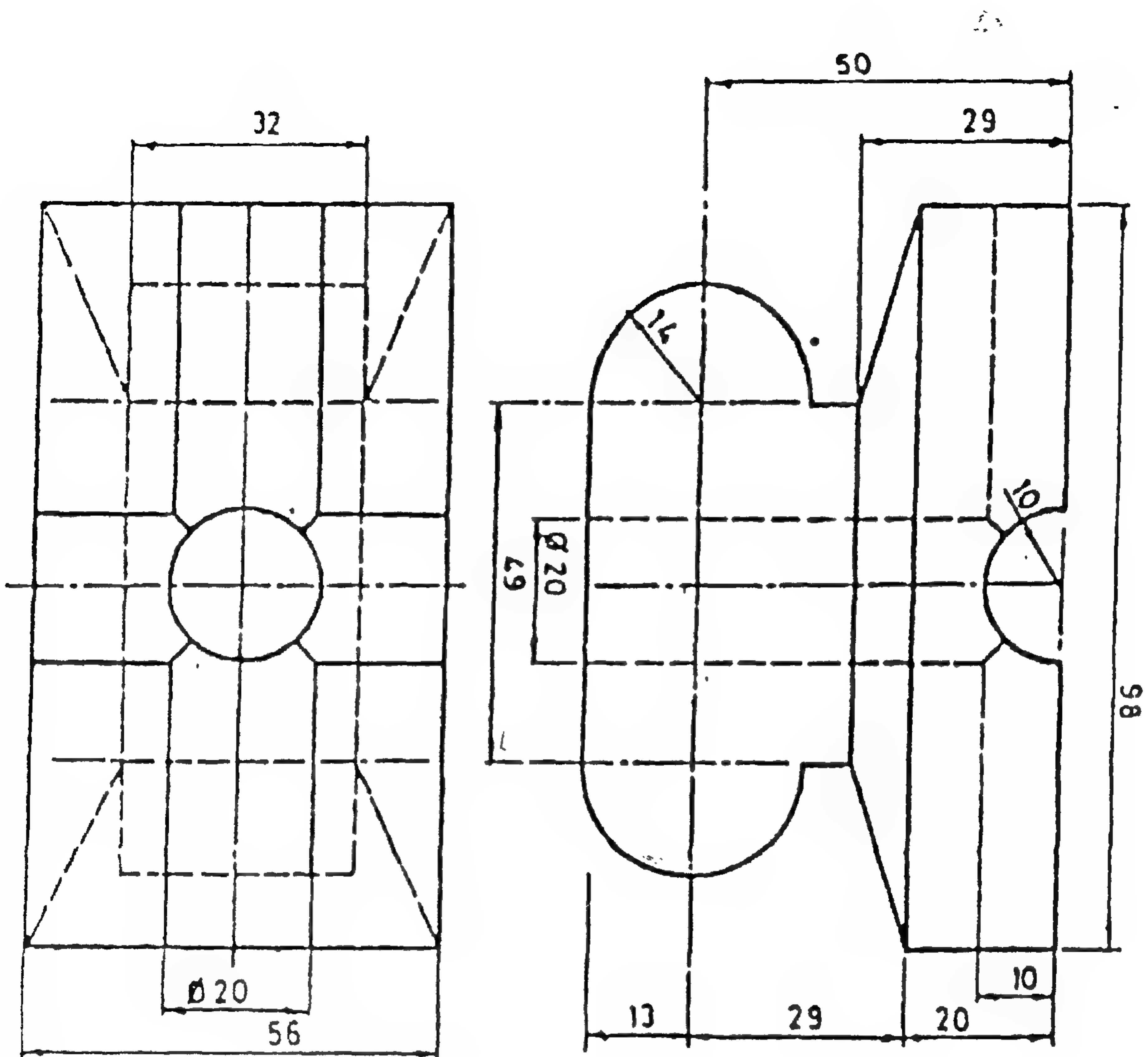
SIDE VIEW



145

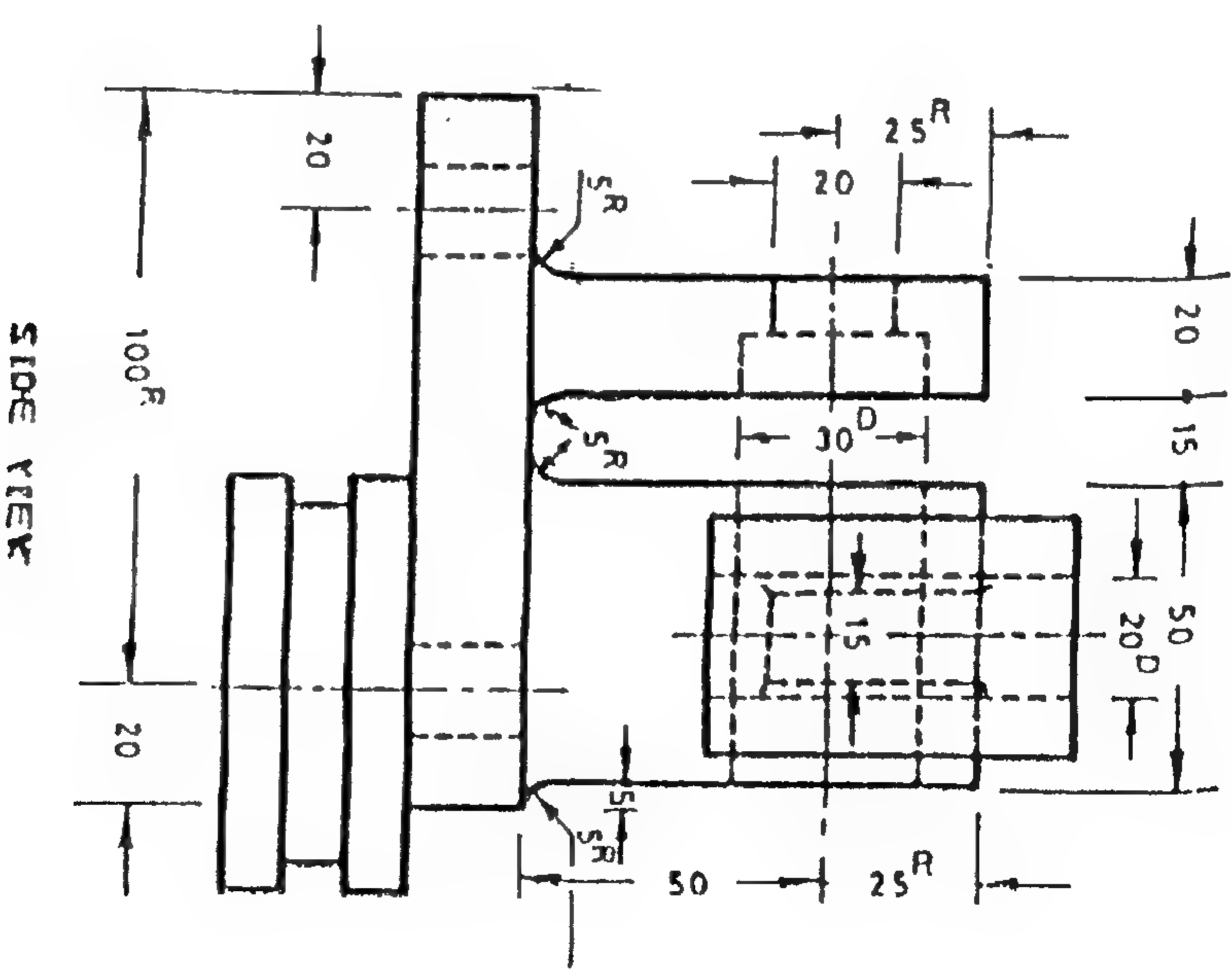
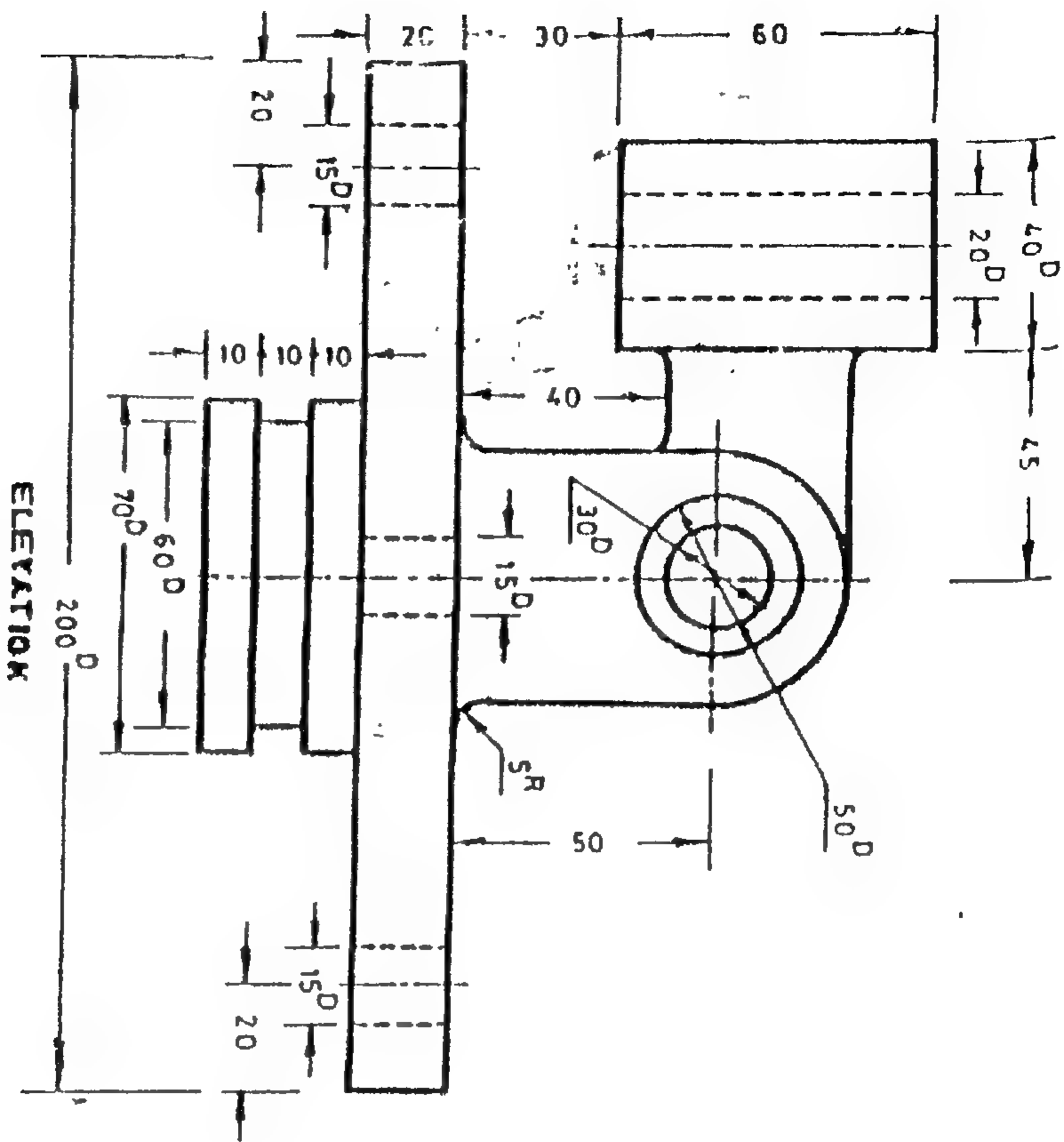


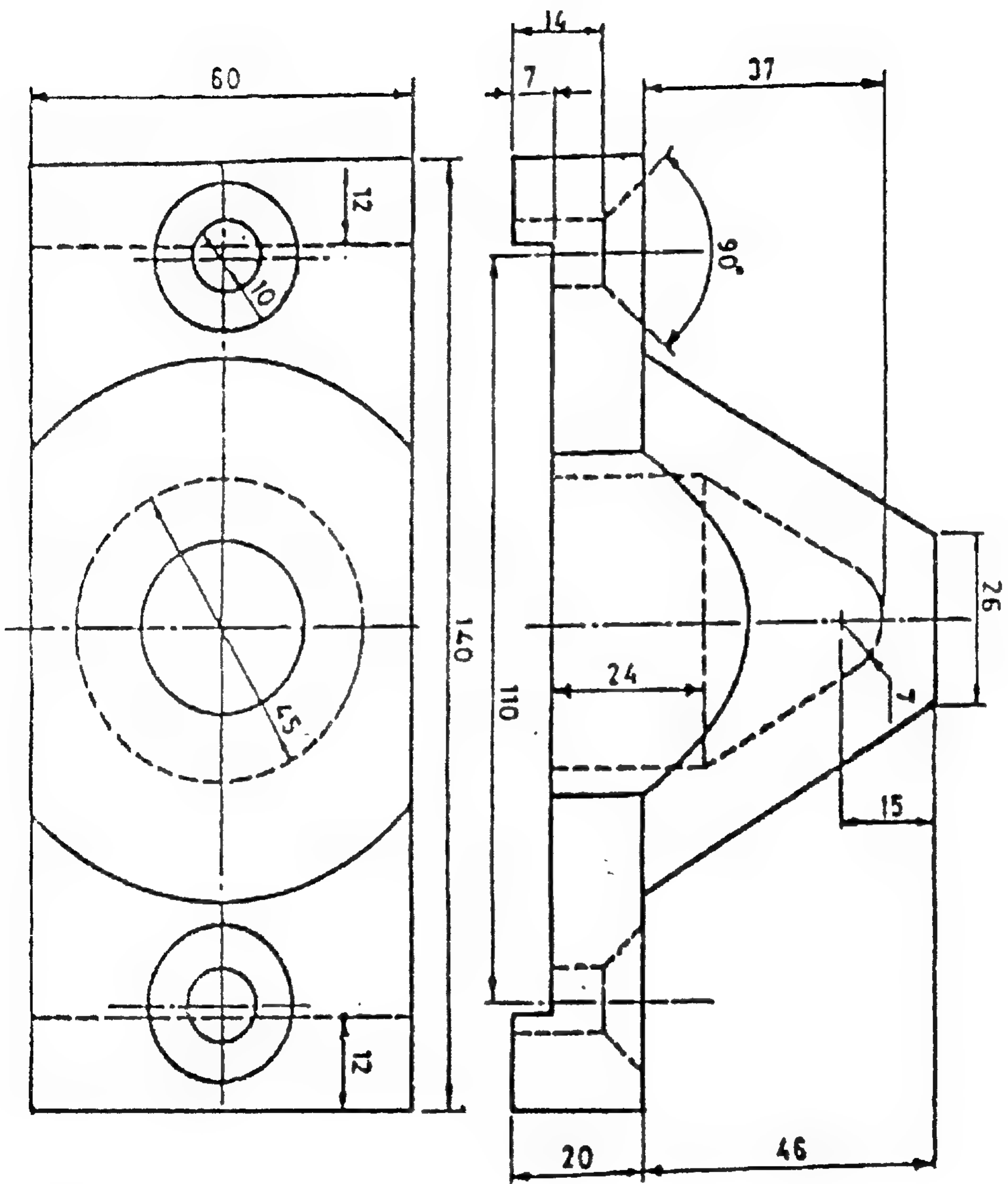
146

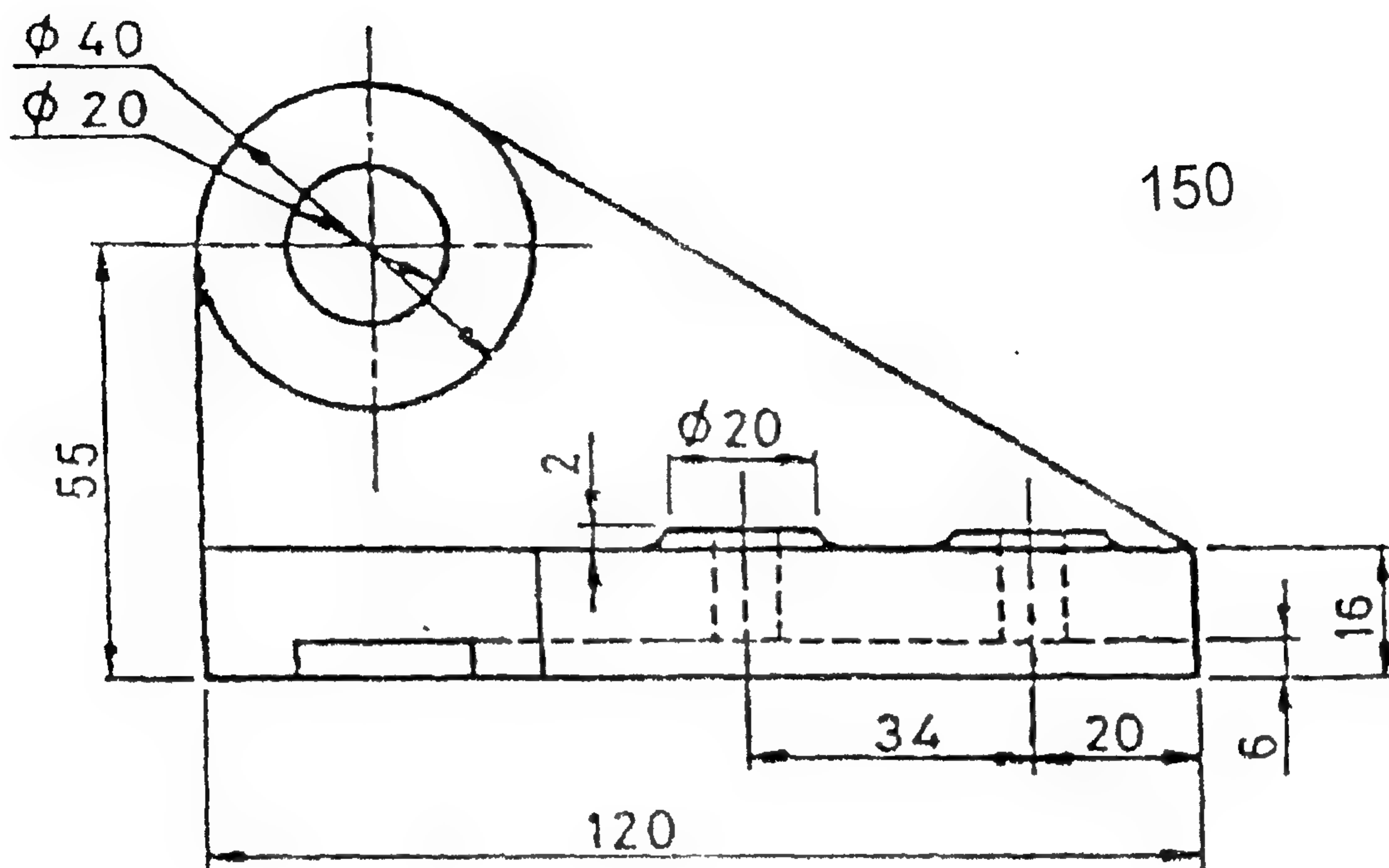


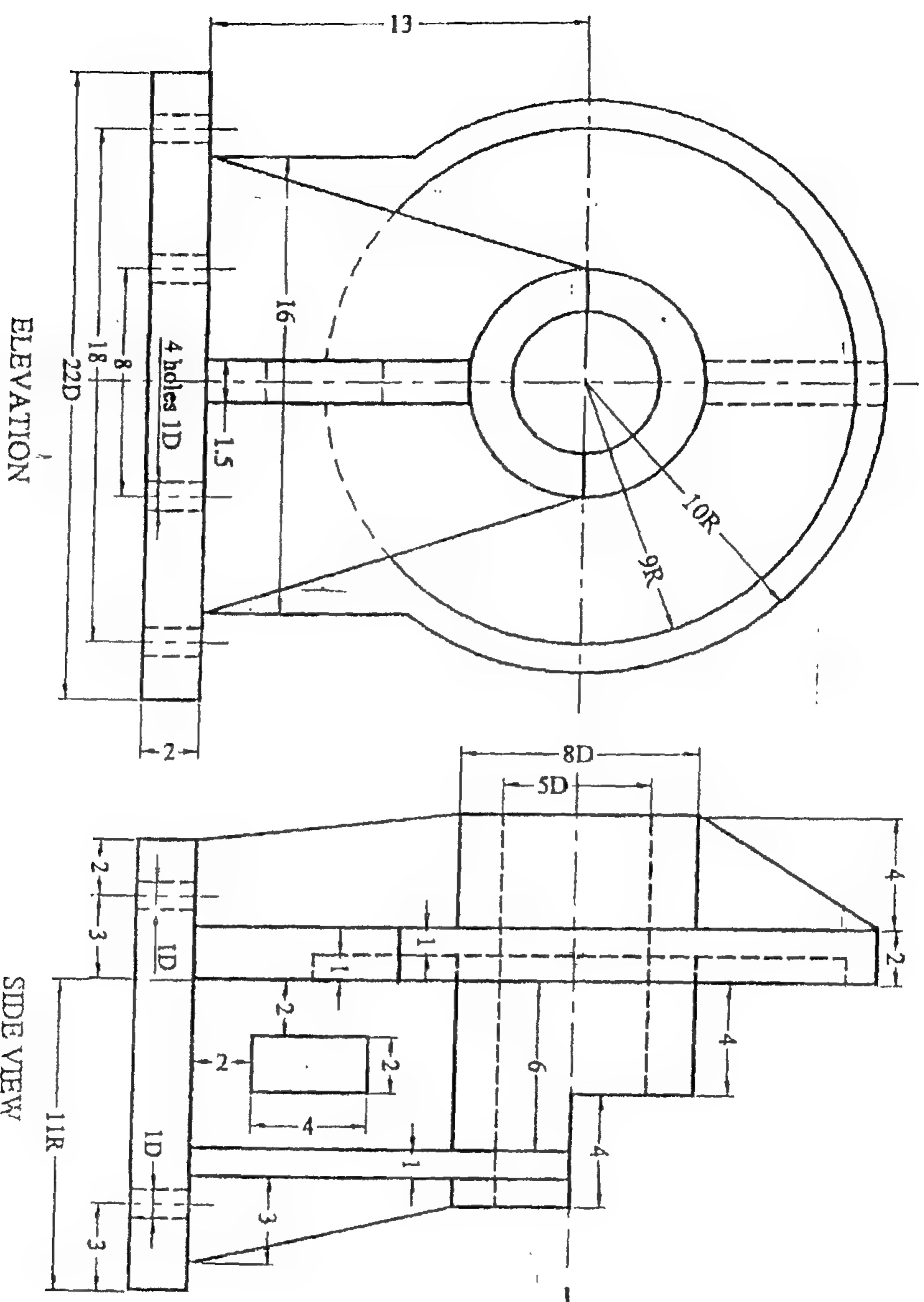
147

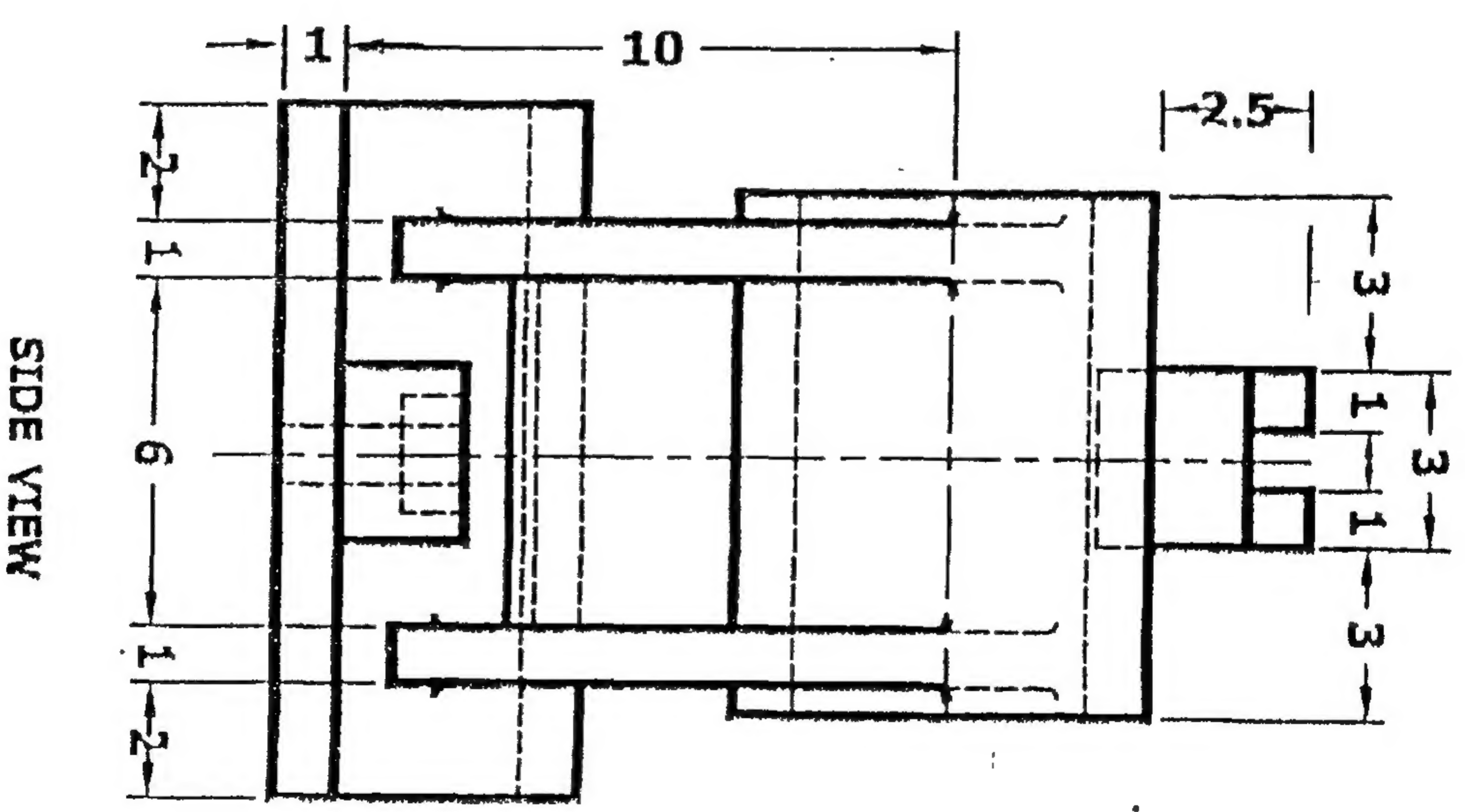
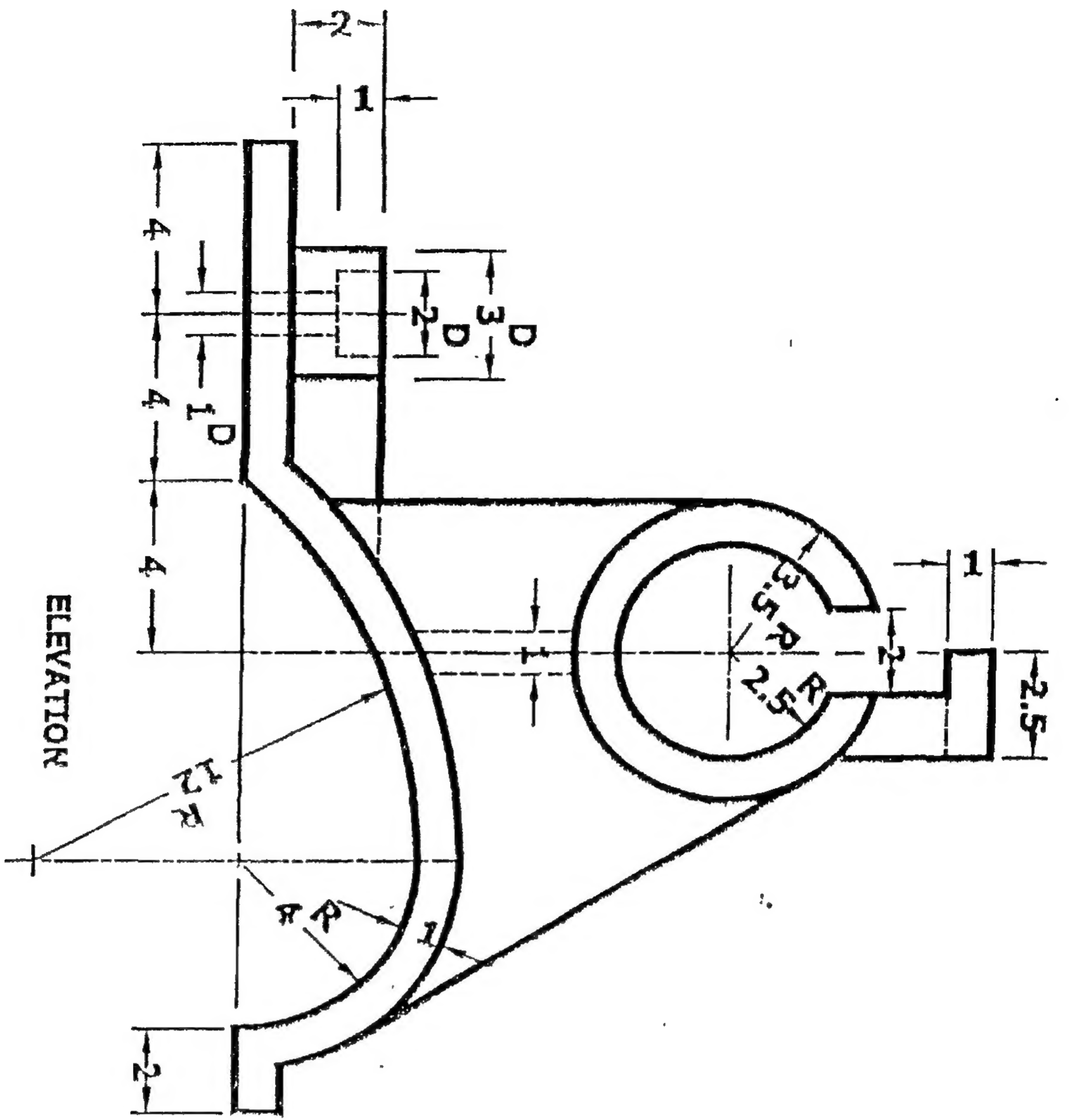
2.2





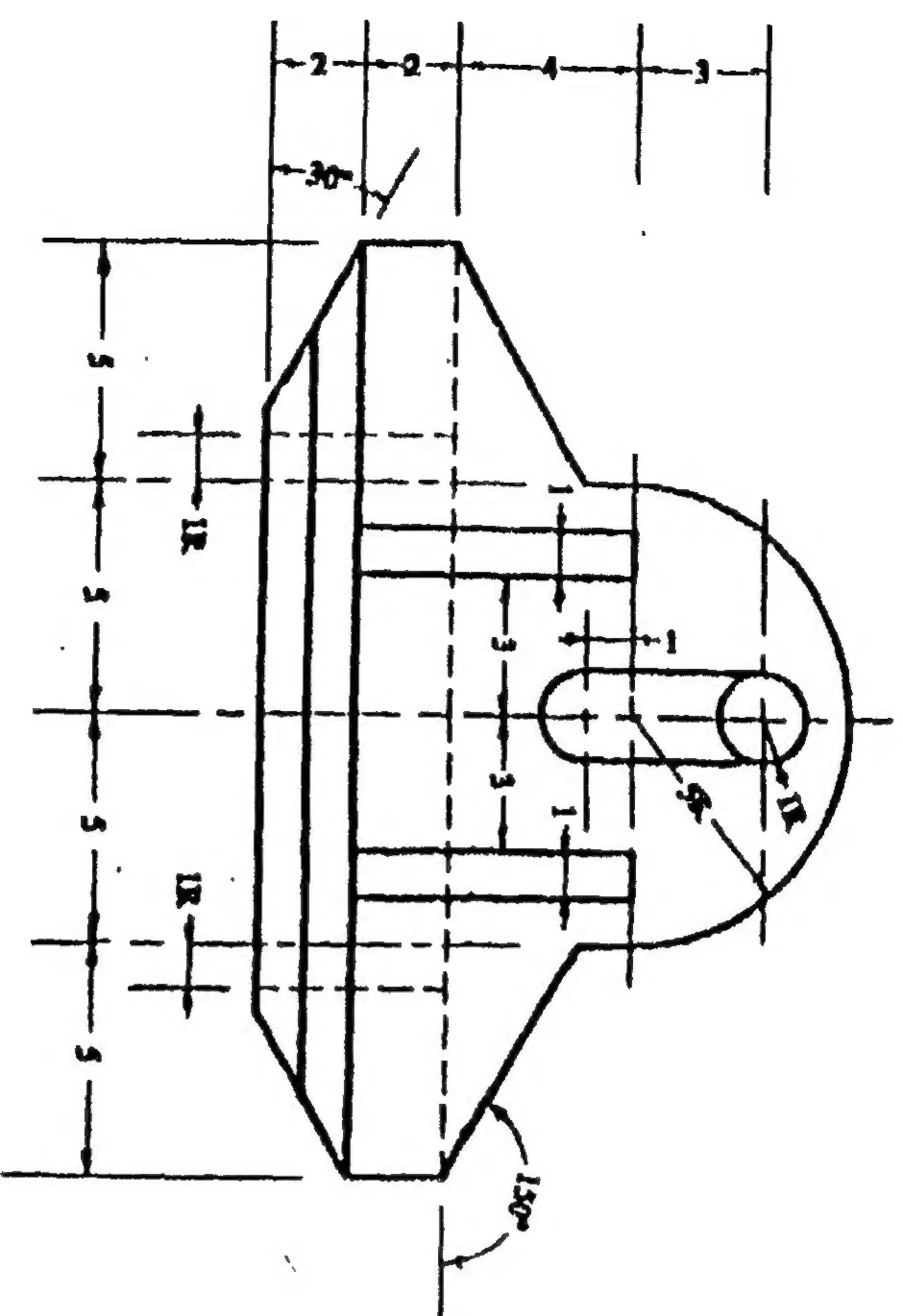




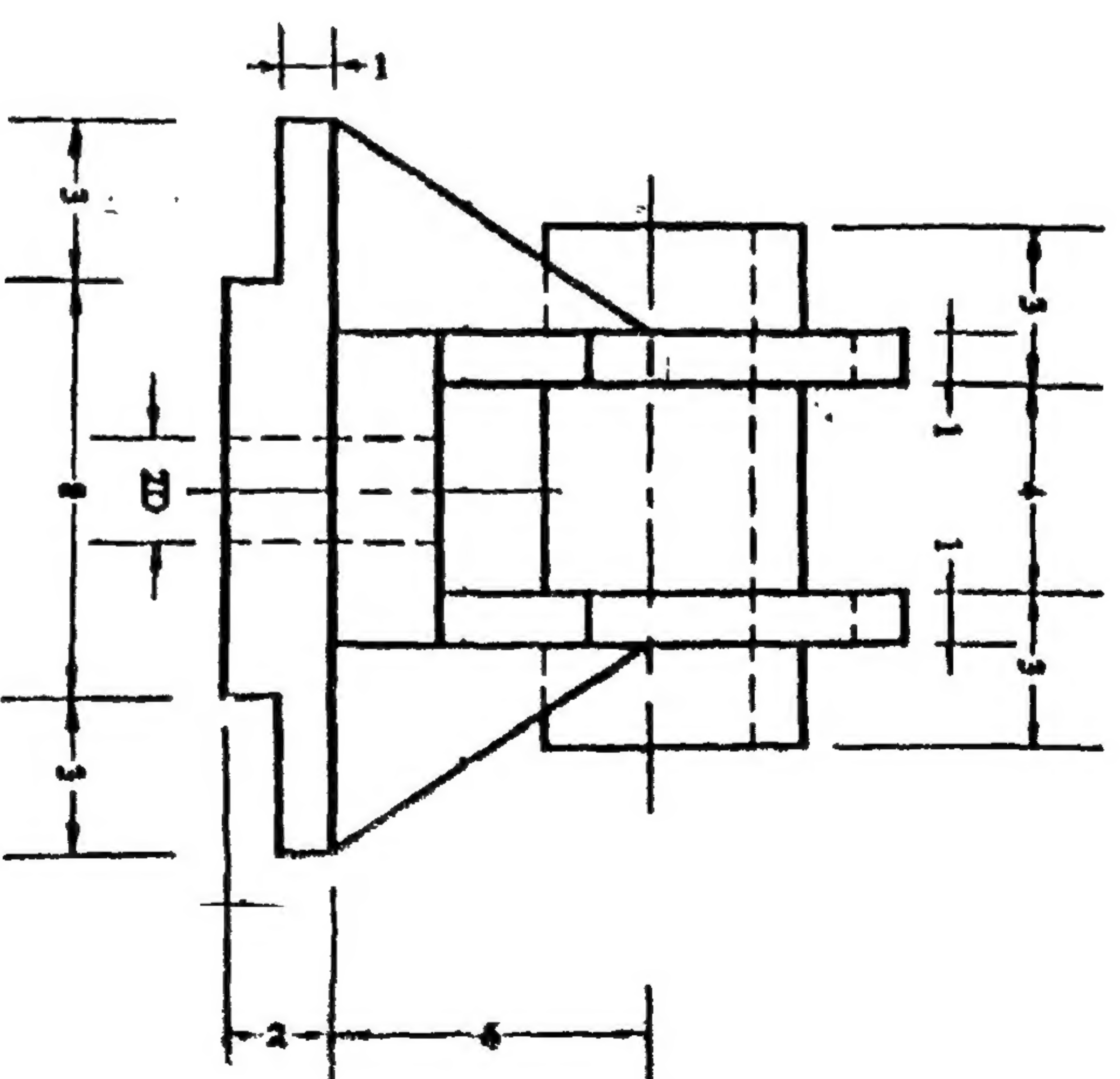


ELEVATION

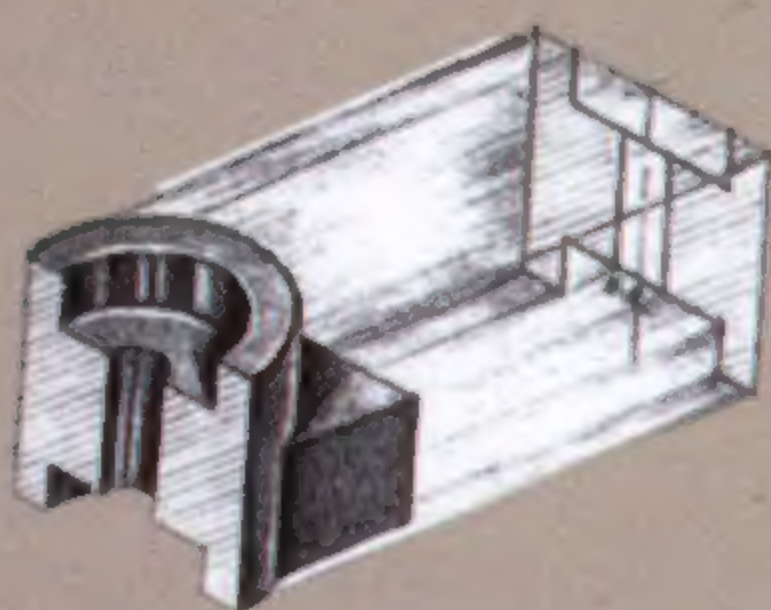
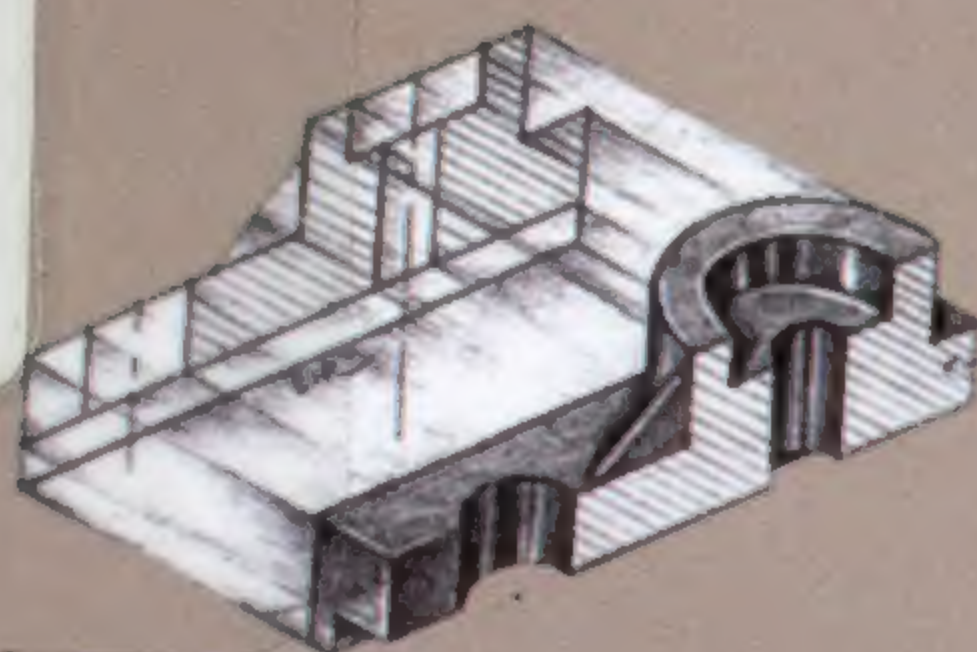
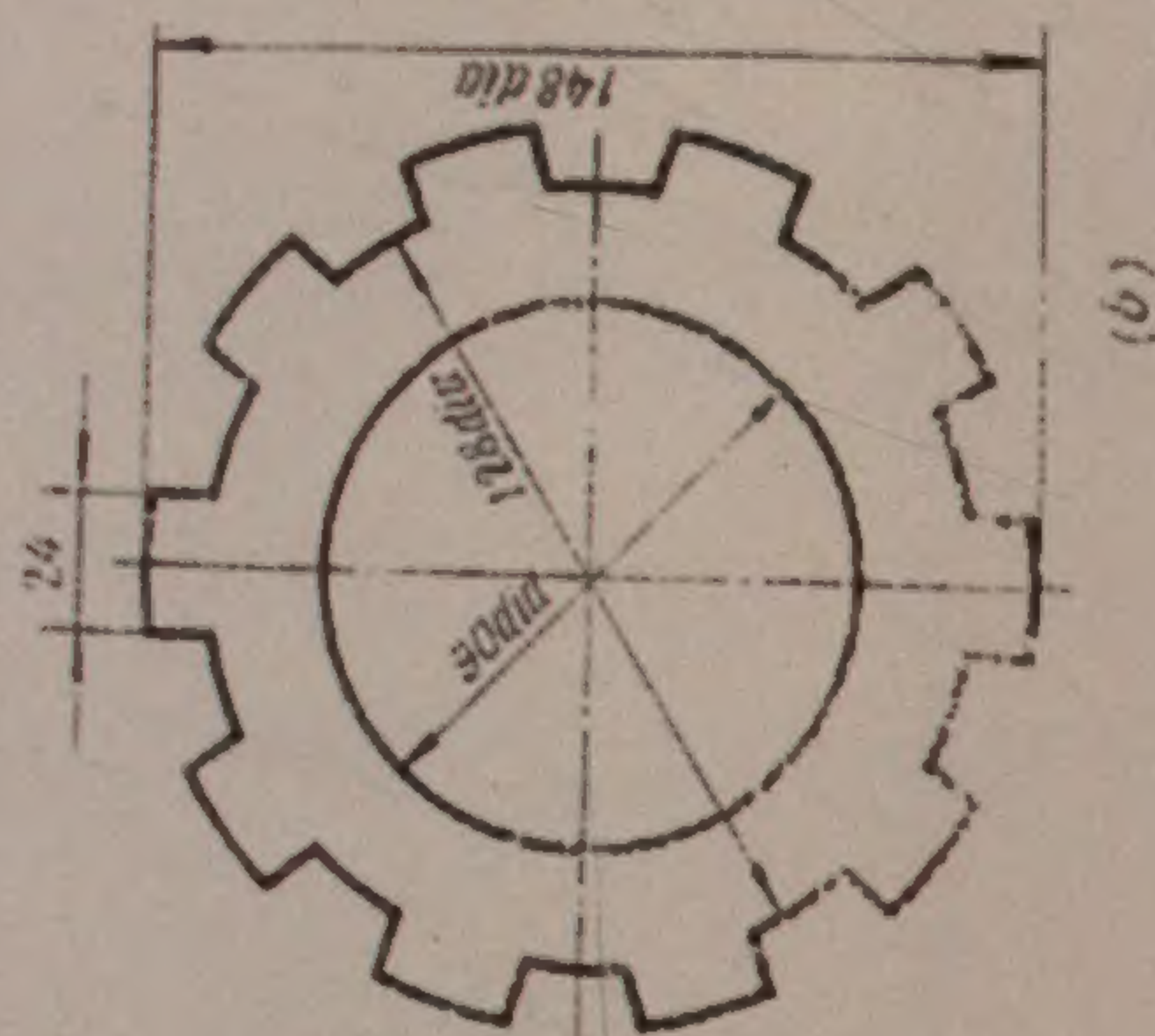
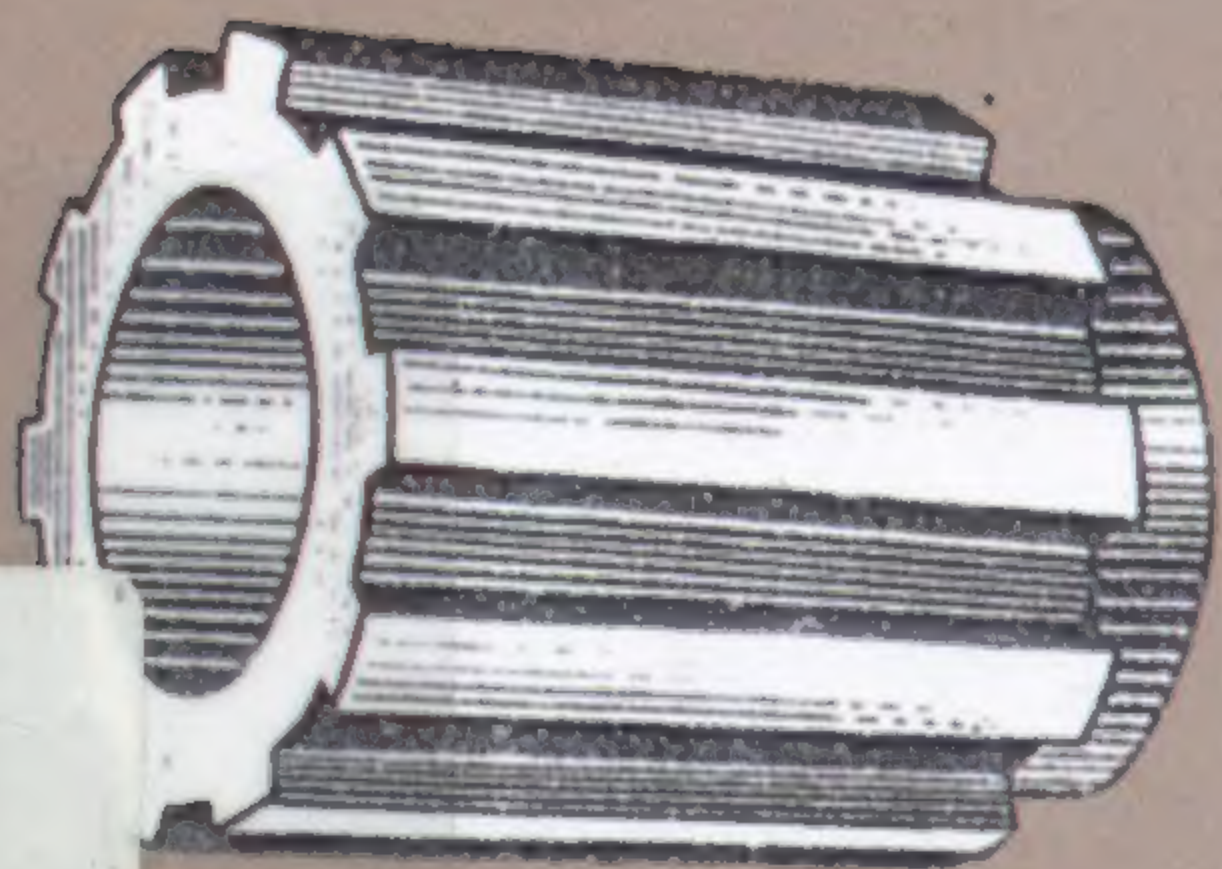
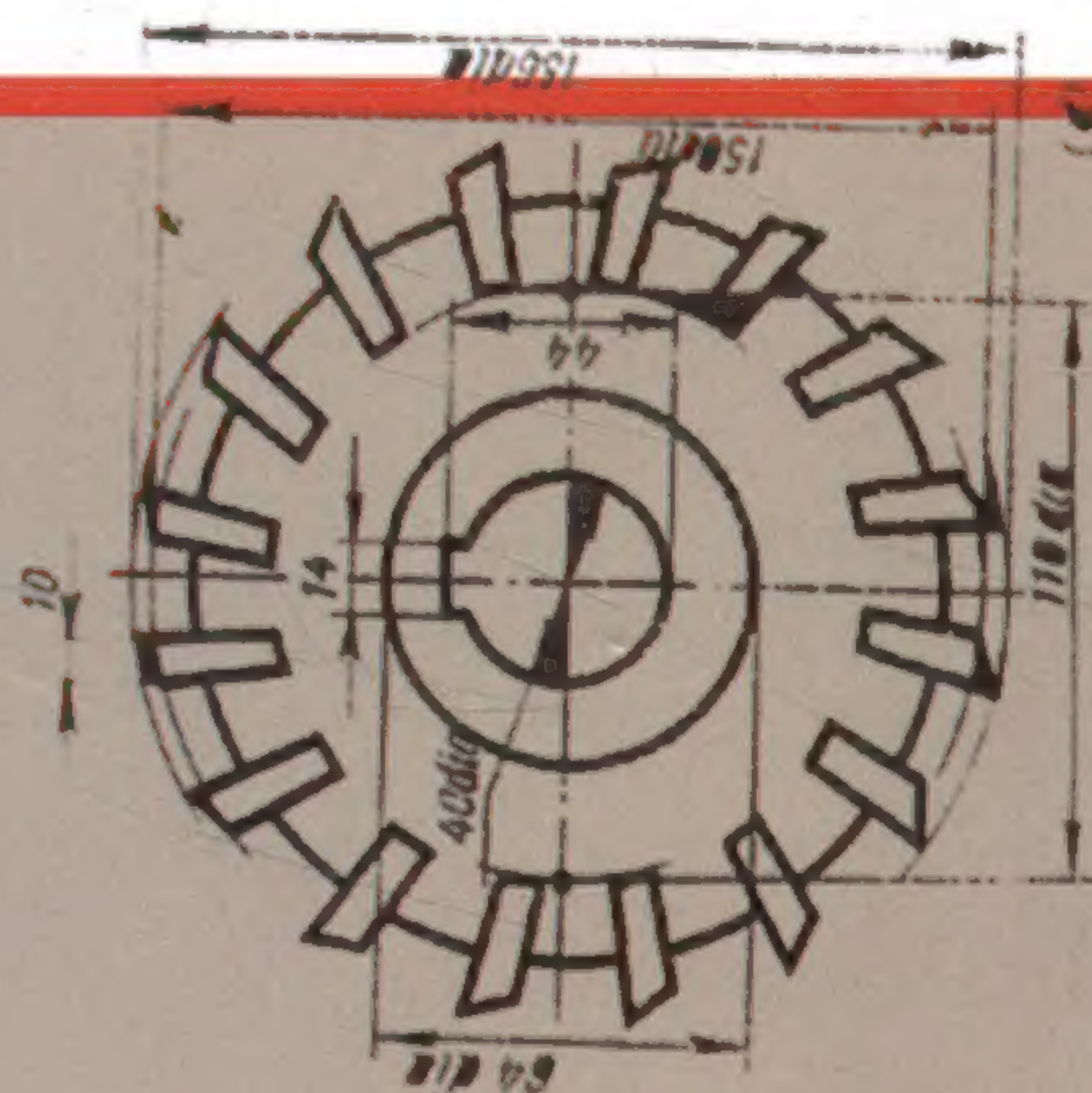
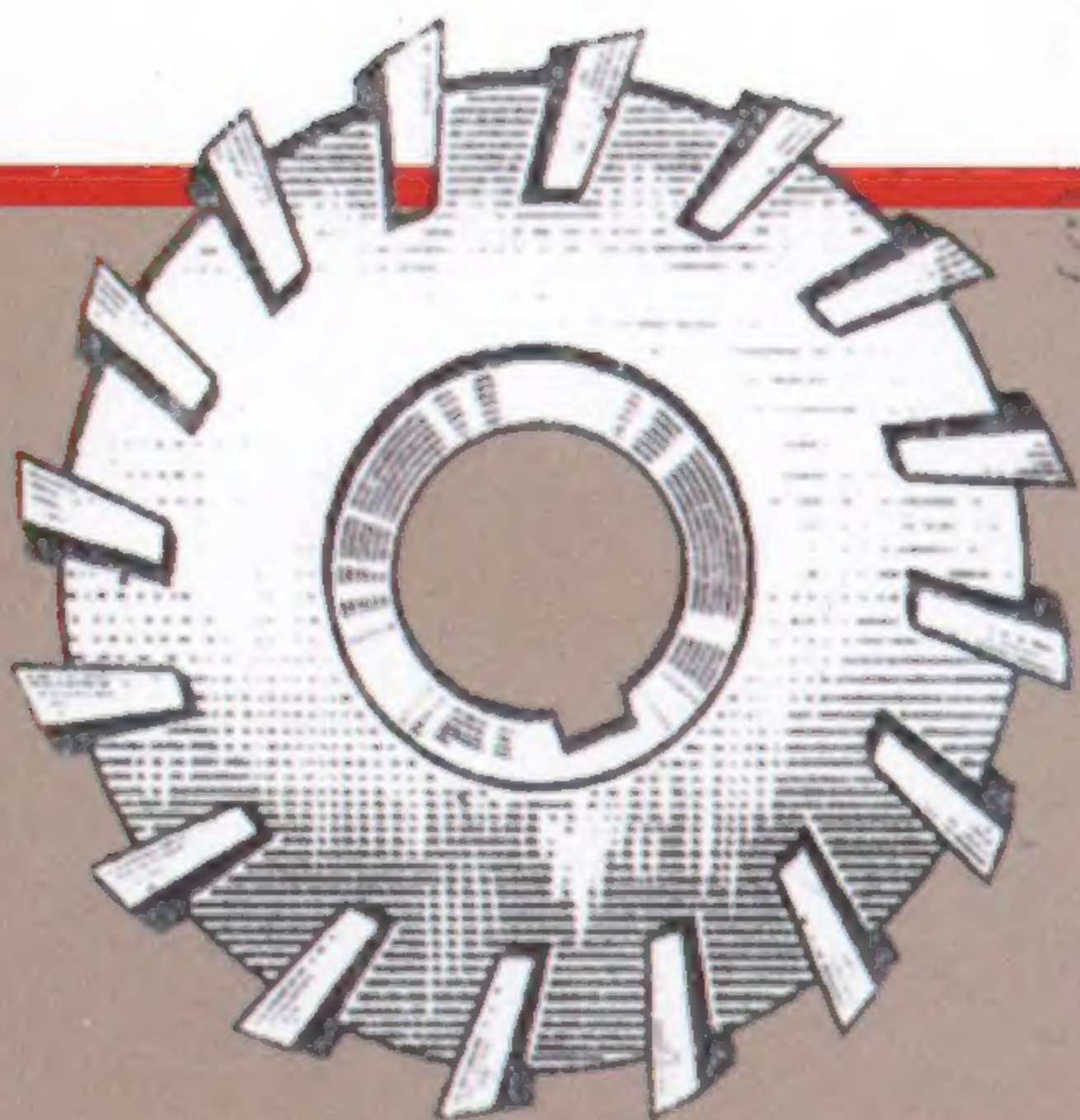
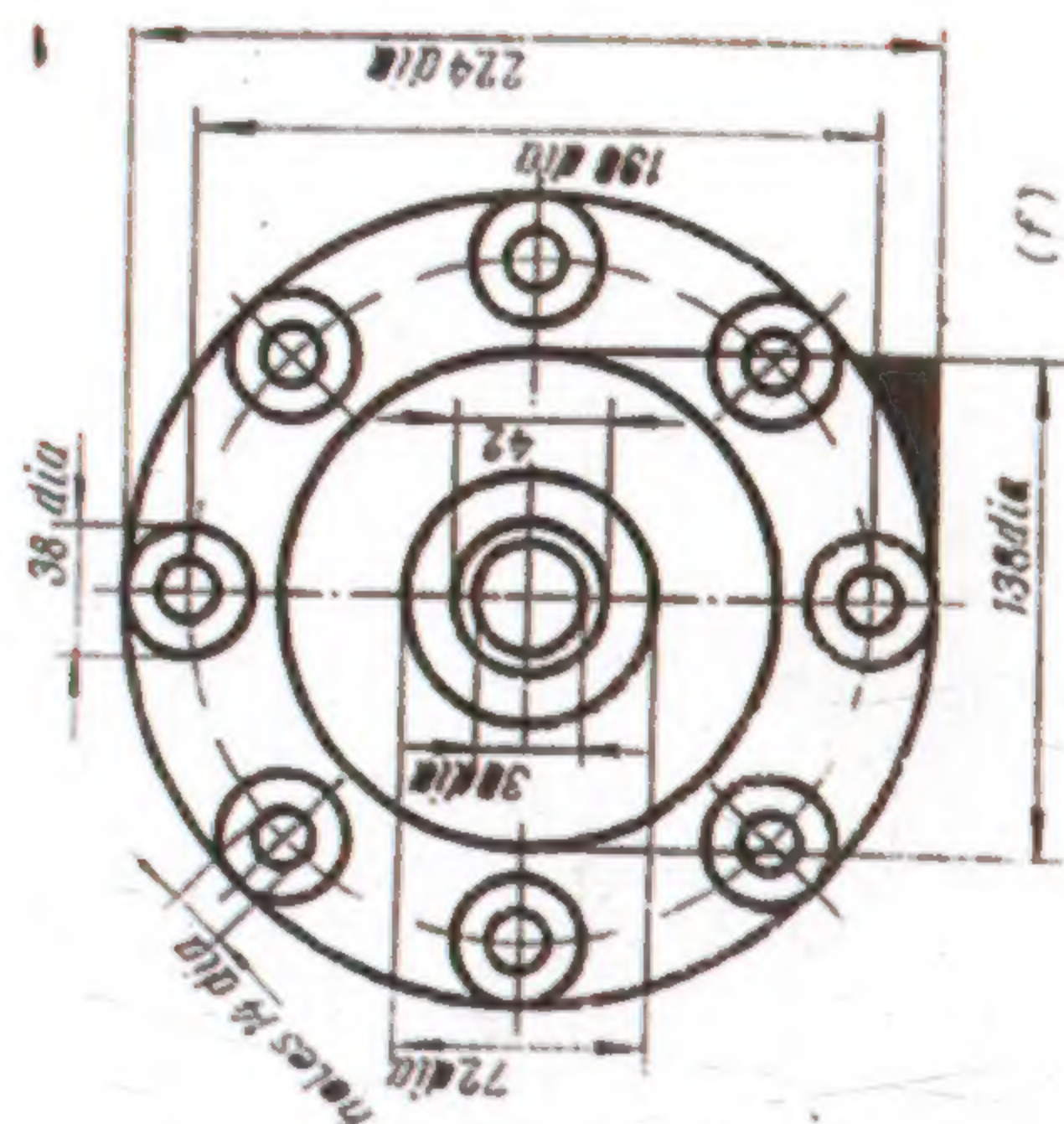
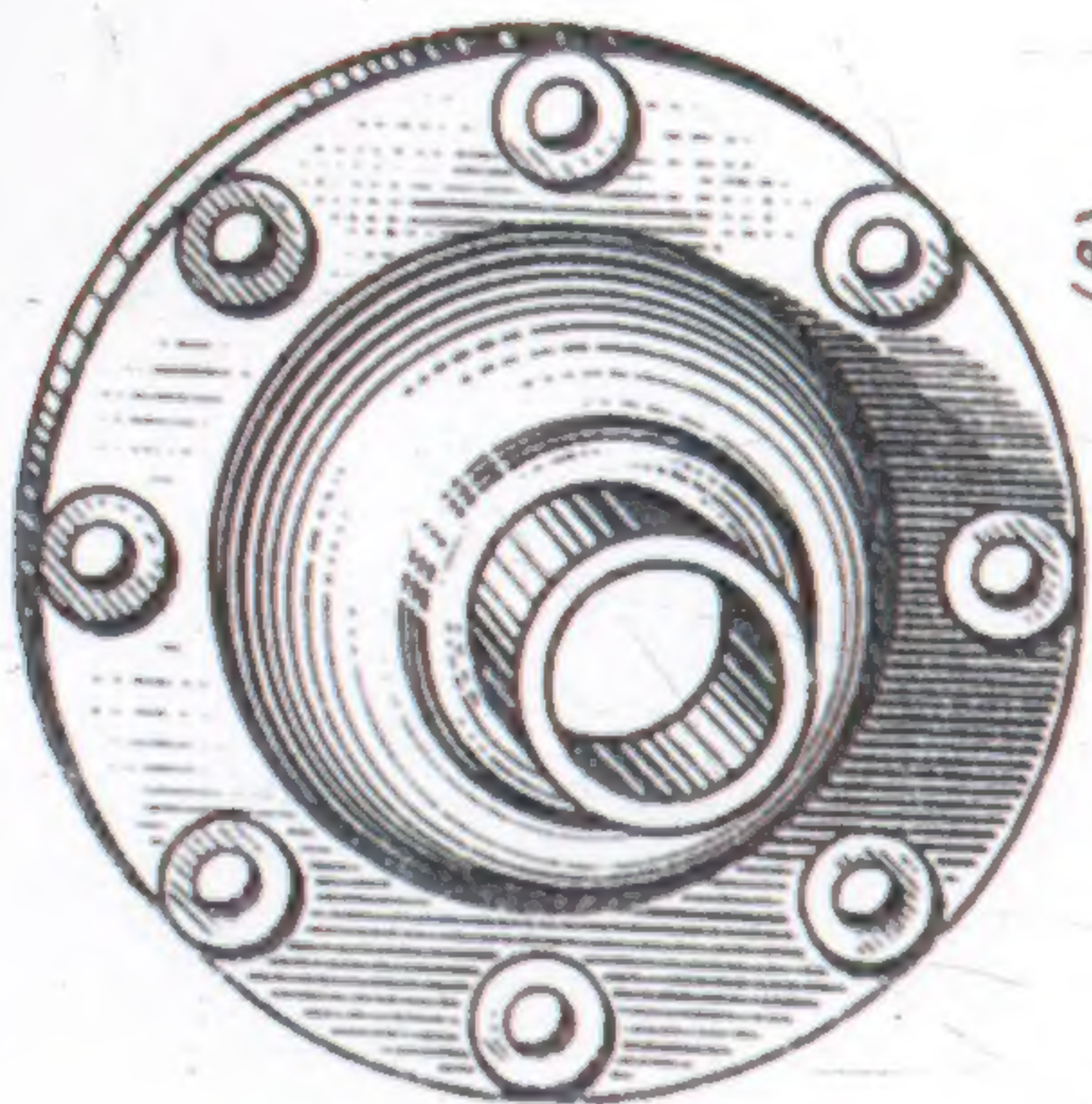
SIDE VIEW



ELEVATION



SIDE VIEW



Bibliotheca Alexandrina



1212775

مکتبہ
المعرفان
بیسٹان